

UNIVERZITA KARLOVA

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Fyzická geografie a geoinformatika



HELENA WOLFOVÁ

**Identifikace a charakteristika lokalit zaniklých malých vodních nádrží
s využitím nástrojů GIS**

Identification and characterisation of abolished water reservoirs areas using GIS

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Milada Matoušková, Ph.D.

Praha 2018

Zadání bakalářské práce

Název práce

Identifikace a charakteristika lokalit zaniklých malých vodních nádrží s využitím nástrojů GIS

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je identifikace zaniklých malých vodních nádrží na základě vyhodnocení historických a aktuálních mapových podkladů s využitím nástrojů GIS. Zájmovou oblastí je povodí Rotavy, resp. jejího levostranného přítoku Skřiván. Dílčím cílem je rešerše odborné literatury týkající se metod vhodných pro identifikaci a charakteristiku těchto lokalit. Součástí práce je fyzicko-geografická charakteristika zájmového území a základní terénní průzkum.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

Použité metody/postup: rešerše odborné literatury, georeferencování starých map, identifikace zbytků nádrží pomocí digitálního modelu reliéfu, terénní průzkum

Zájmová oblast: povodí Rotavy, resp. levostranného přítoku Skřiván v obci Jindřichovice

Použité datové zdroje: mapy II. vojenského mapování, mapy III. vojenského mapování, mapy v souřadnicovém systému S-52, Digitální model reliéfu 5. generace, terénní průzkum

Datum zadání: 28.11.2017

Jméno studenta: Helena Wolfová
Ph.D.

RNDr. Milada Matoušková

Podpis studenta

Podpis vedoucího práce

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce, ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 19.7.2018

.....
Helena Wolfová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní RNDr. Miladě Matouškové, Ph.D, za vedení bakalářské práce, za cenné rady a připomínky, za trpělivost, ale také za čas, který věnovala konzultacím a opravám práce. Dále bych chtěla poděkovat rodině za podporu nejen při psaní této bakalářské práce, ale také v průběhu celého studia. V neposlední řadě bych ráda poděkovala ostatním členům celé geografické sekce PřF UK, kteří mi poskytli cenné rady a dále také kamarádům a spolužákům taktéž za pomoc při zpracování práce.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce má za cíl identifikovat oblasti malých zaniklých vodních nádrží pomocí starých map a pomocí DMR 5G. Mezi hlavní metodické postupy patří georeferencování starých map. Dále vytvoření co nejpodrobnějšího digitálního modelu reliéfu a terénní rekognoskace v lokalitách vybraných zaniklých malých vodních nádrží. Byly analyzovány změny krajinného pokryvu vybraných zaniklých nádrží a také změna rozsahu celkové vodní plochy v zájmovém území. Pro práci byla použita data získaná od Povodí Ohře s.p., digitální model reliéfu 5. generace a staré mapy II., III. vojenského mapování a mapy v souřadnicovém systému S-52. Jako zájmové území bylo vybráno povodí Skřiváně patřící do povodí Svatavy. Bylo zjištěno že víc jak polovina nádrží zanikla během 20. století. Nejvýraznější úbytek byl zaznamenán v průběhu 19. století. Plocha malých vodních nádrží se od období II. vojenského mapování zmenšila na 40,51 % původní rozlohy.

Klíčová slova: staré mapy, zaniklé vodní nádrže, digitální model reliéfu České republiky 5. generace, povodí Svatavy

ABSTRACT

This bachelor thesis aims to identify areas of small abolished water reservoirs using old maps and digital terrain model of the 5th generation. The main methodologies include georeferencing of old maps, followed by creation of an utmost detailed digital terrain model and field reconnaissance on the selected sites of abolished small water reservoirs. Changes in the land cover of selected abolished reservoirs as well as the change of the total water area in the study area were analysed. The thesis uses data obtained from Povodí Ohře s.p., the 5th generation digital model of relief, the old maps of the II, and III. military survey and maps in the S-52 coordinate system. The basin of Skřiván brook, belonging to the basin of Svatava river, was selected as the study area. It was discovered that more than a half of the reservoirs disappeared during the 20th century. The most significant decrease was noticed during the 19th century. Area of small water reservoirs decreased to 40.51% of the original area from the period of the II. military survey.

Key words: old maps, abolished water reservoirs, digital terrain model of the Czech Republic of the 5th generation, Svatava basin

Obsah

1 Úvod a cíle práce	10
1.1 Úvod.....	10
1.2 Cíle práce	10
2 Malé vodní nádrže – minulost a současnost	11
2.1 Definice pojmu „Malá vodní nádrž“	11
2.1.1 Dělení vodních nádrží podle zásobení vodou.....	11
2.1.2 Dělení malých vodních nádrží podle účelu	12
2.2 Historický vývoj a zánik malých vodních nádrží na území Česka	14
3 Metody a zdroje dat	16
3.1 Mapy vojenských mapování	16
3.1.1. II. vojenské mapování (Františkovo)	16
3.1.2 III. vojenské mapování.....	17
3.1.3 Získávání informace ze starých map.....	17
3.2 Mapy v souřadnicovém systému S-52	19
3.3 Laserové skenování.....	20
3.3.1 Digitální model reliéfu České republiky 5. generace.....	20
3.3.2 Využívání laserového skenování.....	20
3.4 Zpracování a příprava dat	22
3.4.1 Data z Povodí Ohře	22
3.4.2 Mapové listy od Mapové sbírky Přírodovědecké fakulty UK.....	23
3.4.3 Digitální model reliéfu 5. generace od ČUZK	24
4 Fyzickogeografická charakteristika studovaného území.....	25
4.1 Vymezení zájmového území.....	25
4.2 Geologické poměry.....	26
4.3 Geomorfologie	27
4.4 Pedologické poměry	28
4.5 Klimatické poměry	29
4.6 Hydrologické poměry	30
4.6.1 Hydrografie	31
4.7 Biogeografické poměry.....	35
4.7.1 Krajinný pokryv podle CORINE Land Cover.....	36
4.8 Ochrana přírody	37

5 Výsledky.....	38
5.1. Vývoj vybraných malých vodních nádrží dle starých map.....	40
5.2 Digitální model reliéfu 5G	44
5.2.1 Postup modelování nádrží	46
5.2.2 Postup výpočtu současného objemu a plochy	46
5.3 Terénní výzkum	47
5.4 Změna zastoupení vodní složky od 19. století	51
5.5 Shrnutí výsledků	52
6 Diskuze	53
6.1. Diskuze o možných chybách a nepřesnostech	53
6.2 Diskuze výsledků	54
7 Závěr.....	56
Použitá literatura a zdroje dat	57
Přílohy	62

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Požární nádrž v Hlásné Třebáni	12
Obr. 2: Výřez georeferencovaných listů mapy v souřadnicovém systému S-52.....	19
Obr. 3: Potok Skřiván	25
Obr. 4: Horniny v Povodí Skřiváně.....	26
Obr. 5: Zastoupení půdních typů v povodí Skřiváně.....	28
Obr. 6: Přítok Skřiváně z leva (v pozadí) a Rotavy (v popředí).....	30
Obr. 7: Souměrnost povodí Skřiváně	32
Obr. 8: Výškové poměry sledovaného povodí Skřiváně	33
Obr. 9: Hypsografická křivka Skřiváně.....	34
Obr. 10: Třídy krajinného pokryvu v povodí Skřiváně	36
Obr. 11: Přírodní památka Kamenný hřib	37
Obr. 12: Jedna z vodních nádrží, dochovaná z období II. vojenského mapování	38
Obr. 13: Zájmové území povodí Skřiváně.....	39
Obr. 14: Nádrže SK1, SK2, SK3 a PH na výřezu mapy II. vojenského mapování.....	40
Obr. 15: Nádrže u Heřmanova na výřezu mapy III. vojenského mapování	41
Obr. 16: Nádrže u Heřmanova na výřezu mapy v souřadnicovém systému S-52	41
Obr. 17: Nádrže u Jindřichovic na výřezu z mapy II. vojenského mapování.....	42
Obr. 18: Nádrže u Jindřichovic na výřezu z mapy III. vojenského mapování	42
Obr. 19: Nádrže u Jindřichovic na mapě S-52.....	43
Obr. 20: Digitální model reliéfu v místech zaniklé nádrže PH	44
Obr. 21: Digitální model reliéfu v místech zaniklých nádrží SK1, SK2 a SK3	45
Obr. 22: Pohled na zbytky hráze v kopci	47
Obr. 23: Šťovík vodní v zaniklé nádrži SK3	48
Obr. 24: Protrhnutá hráz dolní zaniklé nádrže a odtok z celé soustavy.....	49
Obr. 25: Místo původního umístění nádrží JD1, JD2, JD3	50
Tab. 1: Seznam zaniklých nádrží v Jindřichovicích.....	22
Tab. 2: Geomorfologické členění studovaného území	27
Tab. 3: Použité veličiny pro hydrografické výpočty	31
Tab. 4 Výsledné prostorové hodnoty vypočtené pomocí DMR 5G	46
Tab. 5: Změna vodní složky v pozorovaném území.....	51

Seznam použitých zkratek

2. VM	II. vojenské mapování
3. VM	III. vojenské mapování
ČSN	Česká státní norma
ČUZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMR 5G	Digitální model reliéfu 5. generace
DPZ	Dálkový průzkum Země
LS	Letecké laserové skenování
LLS	Letecké laserové skenování
MVN	Malá vodní nádrž
PLS	Pozemní letecké skenování
S-52	Souřadnicový systém S-52
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

1 Úvod a cíle práce

1.1 Úvod

Extrémní hydrometeorologické jevy, jako jsou epizody sucha nebo povodně, doprovázejí lidstvo už od minulosti. Pro zadržování vody při povodních, ale i pro zásobu vody při suchu, jsou nezbytné vodní nádrže. Tato bakalářská práce vznikla ve spolupráci s institucí Povodí Ohře, která plánuje své území rozšířit o několik malých vodních nádrží a zpomalit tak odtok vody z krajiny či ochránit obyvatelstvo před povodněmi při odtávání sněhu v Krušných horách. Pro tento úkon se povodí zaměřuje na lokality, kde již malé vodní nádrže dříve existovaly.

Pro výběr zaniklých nádrží byly vybrány nádrže vyznačené v mapách II. vojenského mapování, které v současnosti již neexistují. Pro tuto práci bylo vybráno sedm nádrží spadající do povodí Skřiváně v katastrálním území Jindřichovice a Heřmanov.

1.2 Cíle práce

Cílem práce je lokalizovat místa zaniklých nádrží pomocí georeferencování map II. vojenského mapování v současné krajině. Následně hodnotit jejich vývoj a určit přibližnou dobu zániku pomocí starých map – III. vojenského mapování a map v souřadnicovém systému S-52. A dále identifikovat pozůstatky nádrží v současnosti pomocí digitálního modelu reliéfu 5. generace, Základních map 1 : 25 000 a následně i v terénu.

2 Malé vodní nádrže – minulost a současnost

2.1 Definice pojmu „Malá vodní nádrž“

Malá vodní nádrž (dále jen MVN) je podle ČSN 75 2410 definována jako nádrž jejíž objem po hladinu ovladatelného prostoru nepřesahuje 2 mil. m³ a největší hloubka nepřesahuje 9 m (ČSN 75 2410, 2011). Nejčastější MVN je rybník. Malá vodní nádrž je významným krajinným prvkem, který je chráněn zákonem č. 114/1992 Sb., O ochraně přírody a krajiny. Jednou z předností je biologicky cenné litorální pásmo, které zahrnuje mělko-vodní části nádrže a mělké části v přítokových partiích. Svými podmínkami je litorál „jedinečným“ prostředím pro mnoho živočichů. Je zde soustředěno značné procento biodiverzity celého biotopu. Mnoha živočichům poskytuje ochranu před predací jak ze břehu, tak i z hlubších vod. Obojživelníci zde kladou vajíčka a následně se zde jejich potomstvo vyvíjí. Dochází zde k výtěrům ryb, nebo například také k hnízdění ohroženého ptactva. MVN jsou důležitou složkou v hydrologickém cyklu, podporující výpar (Just et al. 2003). MVN také plní důležitou roli ve vodním hospodářství, zadržují vodu, a to ovlivňuje i následnou distribuci vody, dále ovlivňují lokální režim podzemní vody a také přispívají ke kvalitě vody v celém povodí (Pavelková et al. 2016).

2.1.1 Dělení vodních nádrží podle zásobení vodou

Toto dělení bylo převzato od Jůvy et al. (1980):

1) Nebeské nádrže – tyto nádrže jsou závislé na dešťových či sněhových srážkách. Nemají stálý průtok a jejich objem vod je rozkolísaný. Jejich funkce je především závlahová a zásobní. Zmírňují erozně škodlivé odtoky.

b) Pramenné nádrže – zdrojem vody v tomto typu nádrže je podzemní vyvěrající voda na dně nádrže. Tyto nádrže jsou vhodné pro chov ryb, díky velkému provzdušnění.

c) Říční nádrže – hlavním zdrojem vody je přítok řek a potoků. Mají vyrovnaný vodní režim. Dále se tyto MVN dají dělit na průtočné a neprůtočné. Průtočné nádrže leží přímo na toku. Jejich přítok nelze regulovat, a značně se zanáší splaveninami. Neprůtočné nádrže se liší tím, že průtok se dá regulovat náhonem. Dále se dělí podle přívodu vody, a to buď z boku toku (boční neprůtočná nádrž), anebo tok obklopuje nádrž (obtoková vodní nádrž).

2.1.2 Dělení malých vodních nádrží podle účelu

Následné dělení nádrží převzato od Vrány a Berana (2013) a obohaceno o informace od Leipeltové (2012) a Menšíka (2018):

a) Zásobní nádrže – jsou určené k zadržování zásob pitné vody (vodárenské), vody pro průmysl včetně hydroenergetického průmyslu a pro závlahy. Dále do této skupiny patří nádrže usměrňující nebo nadlepšující stav vody v extrémních meteorologických obdobích, jako jsou: kompenzační, zálohové a retardační.

b) Ochranné (retenční) nádrže – tyto nádrže přímo chrání při extrémních srážkách a vodních stavech celé povodí včetně sídel, ale také i poskytují protierozní ochranu. Řadí se sem například suché poldry, protierozní a vsakovací nádrže.

c) Rybochovné nádrže – rybníky pro různé účely při chovu ryb, od výtěrových a třecích rybníků, přes klasické sádky až po karanténny rybníky

d) Nádrže upravující vlastnosti vody – většinou nádrže, které upravují vodu po antropogenním či průmyslovém využití, například chladicí nádrže po použití na chlazení jaderných reaktorů, nebo při čištění vod usazovací nádrže pro zachycení znečišťujících sedimentů a dále také aerobní a anaerobní biologické nádrže využívané pro čištění a biologický rozklad odpadních vod.

e) Hospodářské nádrže – nádrže využívané v hospodářství pro napájení či chov (chov drůbeže) hospodářských zvířat, nebo také pro pěstování vodních rostlin. Dále se sem také řadí nádrže protipožární a výtopové.



Obr. 1: Požární nádrž v Hlásné Třebáni, vlastní foto (29.6.2018)

f) Speciální účelové nádrže – využívají se v energetice (vyrovnávací, přečerpávací), ke splavení dřeva (splavňovací/klauzury). Dále nádrže recirkulační, rozdělovací a závlahové vodojemy.

g) Asanační nádrže – napravují antropogenně způsobené znečištění životního prostředí, zachytávají a uskladňují znečišťující látky. Řadí se mezi ně nádrže záchytné, skladovací a odkaliště, ve kterých se uskladní látky a následně se zneškodní. Dále se sem řadí laguny, ve kterých znečišťující látky upravují odvodněním nebo vyhnitím.

h) Rekreační nádrže – přírodní koupaliště využívané k rekreaci, plavání a vodním sportům.

i) Nádrže pro ochranu flory a fauny – poskytují optimální a ochranné podmínky pro ohrožené druhy.

j) Nádrže krajinnotvorné a v obytné zástavbě – do této skupiny patří nádrže zvyšující estetickou hodnotu prostředí, jako jsou okrasné nádrže, návesní rybníčky a dále se sem řadí nádrže, které odvodňují zemědělskou půdu (hydromeliorační) a umělé mokřady.

2.2 Historický vývoj a zánik malých vodních nádrží na území Česka

První zmínky o malých vodních nádržích na našem území se datují od roku 1115 v listině Kladrubské. Dále pak ve 13. století, Přemysl Otakar I. povoluje klášteru koupit lesů, za účelem vystavění rybníků. Právě duchovní řády, byly mezi prvními, které začaly stavět právě malé nádrže za účelem chovu ryb. Ovšem v průběhu let se stavbě MVN začal věnovat i prostý lid a MVN zaujímaly i jiné využití, například jako vyrovnanější hnací síla mlýnů, hamrů a pil, nebo také i pro splavování dřeva. Postupem času se prodej ryb stal nejvýnosnějším obchodem a existují i zmínky o dodávkách z našich zemí do Vídně, Magdeburku, Pasova nebo také i do Vratislavi. Stavbám rybníků a jiných vodních nádrží také dal velký impuls Karel IV., kdy za své vlády nařídil – aby království české mělo hojnost ryb a výparů. Následně v 15. století nastal útlum v budování MVN, jelikož naše země zužovaly husitské války (Vrána a Beran 2013).

Počátkem 16. století nastal největší a nejslavnější rybníkářský rozkvět. Pod dohledem Štěpánka Netolického a později i Jakuba Krčína začaly vznikat v jižních Čechách celé soustavy rybníků a mezi nimi i náš největší rybník Svět (dříve Nevděk). Oba stavitelé krom samotných rybníků, vybudovali také umělé kanály, které přiváděly nebo odváděly vodu do rybníčních soustav (Vrána a Beran 2013). Dle historických dokumentů víme, že v 16. století zde bylo okolo 180 000 ha vodních ploch (Pavelková et al. 2016).

V období třicetileté války docházelo k ničení rybníků, nebo k jejich samovolnému zániku v důsledku nedostatečného obhospodařování nebo ztráty majitele. Od druhé poloviny 18. století, kdy došlo ke zrušení nevolnictví, osvobození nevolníci začali mít velký zájem o zemědělskou půdu (Vrána a Beran 2013). Docházelo k vysušování mnoha rybníků, převážně v oblastech s úrodnou půdou (Polabí) a tyto oblasti se začaly převádět na zemědělskou půdu, která měla větší výnos (Lipský 2000).

Další vysušování rybníků pokračovalo na počátku 19. století, kdy se rozvinulo pěstování cukrové řepy. Právě vysušená půda po bývalých rybnících byla považována za nejprůzračnější pro její pěstování (Vrána a Beran 2013). Již v tomto století a převážně ve 20. století započala regulace a napřimování vodních toků, což vedlo ke zkrácení toku a rychlejšímu odvedení vody pryč z krajiny. Všechny tyto úkony vedly k vysušování zemědělsky i lesnický využívaných ploch (Lipský 2000). Mezi poslední oficiální informace o celkovém počtu MVN pochází z roku 1970, obsažené ve Směrných

vodohospodářských plánech ČSSR. Tyto plány uvádí, že v tomto roce se na území České republiky vyskytovalo 23 400 MVN s objemem 486 000 000 m³ a katastrální výměrou 518 km² (Vrána a Beran 2013).

Současné využívání krajiny v místech zaniklých nádrží se liší na základě fyzickogeografických charakteristik – převážně nadmořské výšky. V nížinách se vesměs změnilo využívání krajiny na zastavěnou plochu, nebo na zemědělskou půdu a ve vyšší nadmořské výšce na trvalé travní porosty nebo lesy (Pavelková et al. 2016). Například ve studovaném dolním Podoubraví Lipským a Kuklou (2009) se plocha vodních nádrží snížila v období mezi II. vojenským mapováním a současností na 29,27 % rozlohy původní plochy. Tento popsáný vývoj odpovídá obecnému trendu vývoje všech rybničních soustav v Polabí (Lipský a Kukla 2009).

Po dlouhém období rušení vodních ploch se v současnosti zaznamenává opět patrný nárůst díky ukončení těžebních prací a následným revitalizacím prováděných zatápěním vytěžených ploch (Kukla 2005).

3 Metody a zdroje dat

3.1 Mapy vojenských mapování

Jednotlivé mapy vojenského mapování jsou velmi důležitým zdrojem informací při výzkumu změn v současné krajině. Dohromady mapy pokrývají časový horizont okolo 250 let (Skaloš et al. 2011). Samotné mapy vojenského mapování nelze používat jako zdroj pro zkoumání krajinných struktur velkého měřítka, měly by být doplněny dalším lokálním zdrojem informací (Lipský 2000). Georeferencování a následná vektorizace starých map nám napomáhá k určení původní polohy MVN, a napomáhá k nálezům jejich zbytků v současné krajině (Frajer et al. 2013).

Pro implementaci do GIS je třeba tyto mapy digitalizovat pomocí skenu. Mapy se nejčastěji skenují velkoformátovým skenerem ve formátech A0 nebo A1. I přes všechny projekty zaměřené na digitalizaci těchto podkladů, je stále nespočet map, které stále neprošly digitalizací. Je to způsobeno také tím, že s některými mapami je zakázáno manipulovat, jelikož jsou velmi křehké. Pro tyto mapy se případně používá příložený skener (Brůna et al. 2015). V této práci byly využity pouze mapy II. a III. vojenského mapování.

3.1.1. II. vojenské mapování (*Františkovo*)

II. vojenské mapování (dále jen 2. VM) probíhalo v letech 1842–1852 na území Čech a v období 1836–1840 na Moravě a ve Slezsku na příkaz císaře Františka II. Mapování bylo provedeno po vytvoření vojenské triangulace, díky tomu je o dost přesnější než dřívější I. vojenské mapování. Mapy jsou vyobrazeny v sáhovém měřítku 1: 28 800 (Brůna a Křováková 2005). Informační náplň z hlediska vývoje krajiny se však nijak výrazně nerozšířila (Lipský 2000). Toto dílo však není pro naše území kompletní, listy vyobrazující Hlučínsko a Novojičínsko, Valticko a Vitorazsko nebyly do dneška stále nalezeny. Tato chybějící území se doplňují stabilním katastrem nebo také mapami Pruského vojenského mapování, nebo II. rakouského mapování (Pavelková et al. 2016).

3.1.2 III. vojenské mapování

III. vojenské mapování (dále jen 3. VM) znázorňuje naši krajinu v období industrializace na konci 19. století. Započaly se výstavby nových silnic a železnic, a proto byl kladen důraz na nové vojenské mapy (Veverka 2004). Mapování probíhalo na našem území mezi lety 1874–1880. Po roce 1875, kdy se přestoupilo na dekadické míry, bylo měřítko stanoveno na 1 : 25 000. Tyto 4 mapové sekce dávaly dohromady jednu sekci speciálních map v měřítku 1 : 75 000. Kromě polohopisu byl vyobrazen i výškopis pomocí kót, dále šrafami (Lehmanova šrafura) a také i vrstevnicemi po 10 nebo 20 metrech, nicméně vrstevnice ještě nebyly tak přesné (Cajthaml a Krejčí 2008).

Po 1. světové válce si tyto mapy vzal na starost nově vzniklý vojenský zeměpisný úřad v Praze a provedl reambulaci hlavně výškopisů, názvy převedl do češtiny a slovenštiny apod. Toto mapování se využívalo jak v 1. světové válce, tak i v následující 2. světové válce. Do roku 1953 neexistovalo žádné jiné mapování, které by pokrývalo celé Československo (Veverka 2004).

3.1.3 Získávání informace ze starých map

Staré mapy jsou významným a hodnotným zdrojem pro získání informace o dřívější podobě krajiny a rozložení krajinných prvků. Pro analýzu v prostředí GIS je důležitá polohová přesnost mapového díla, a to hlavně pro analýzy, které porovnávají rozložení jednotlivých prvků nebo tříd LC/LU v minulosti se současnými „přesnějšími“ podklady (Skaloš et al. 2011).

V posledních dekadách se stalo velkým trendem zkoumání historických změn v krajině pomocí historických map, starých leteckých snímků apod. Rozvoji těchto analýz napomohla i končící autorská práva mapových děl a odtajňování dokumentů, jako jsou například letecké snímky a vojenské mapy, a celkový trend zveřejňování na internetu a idea „open source“ (Fuchs et al. 2015).

3.1.3.1 Georeferencování a vektorizace starých map

Georeferencování znamená převod digitalizovaných map do určeného souřadnicového systému. Tento úkon se může provést pomocí speciálních programů (například program MATKART, VB150 (Veverka 2004), ale častěji se georeferencování provádí manuálně pomocí identických vlíčovacích bodů. Výběr vlíčovacích bodů se provádí ze stálých objektů, které byly zachycené i na historických mapách (křižovatky, kostely apod.) (Brůna et al. 2015, Brůna a Křováková 2006).

Následnou vektorizací převedeme informaci obsaženou v digitalizované mapě na digitální vektorovou vrstvu reprezentující jednotlivé vybrané prvky. Vektorizace může být manuální, poloautomatická nebo automatická (Brůna et al. 2015). U většiny starých map automatická vektorizace nelze použít a přechází se k manuální vektorizaci. Hlavním důvodem je staří dokumentu, který je často tvořen několika mapovými listy, které byly po dlouhou dobu konzervovány v odlišných podmínkách. Díky tomu dochází k různým stupňům vyblednutí map, popřípadě rozmazání. Tudiž nastavené parametry pro automatickou vektorizaci jsou pro každý list a často i část rozdílné, a nelze jednoznačně definovat jednoznačný odstín barvy pro znázorňovaný jev a nastavit trénovací plochy pro automatickou klasifikaci (Fuchs et al. 2015).

Například u map II. vojenského mapování jsou původně vodní plochy znázorněny světle modrou plochou s tmavě modrým obrysem, bohužel v dnešní podobě je barva vybledlá a tmavě modré obrysy se jeví jako černé linie (Pavelková et al. 2016).

3.3 Laserové skenování

Laserové skenování (dále jen LS) je v současné době nejmodernější způsob získávání prostorových dat. Velmi příhodné je pro tvorbu digitálního modelu reliéfu a povrchu, rovněž i pro mnoho dalších analýz. Principem je vysílání laserových paprsků ve formě pulzů ze skeneru k zemskému povrchu. LS se dále odlišuje na pozemní a letecké. Při leteckém laserovém skenování (dále jen LLS) je skener připevněn na letovém nosiči. Právě LLS je využíváno pro tvorbu rozsáhlejších modelů reliéfu. V současné době se velmi častěji využívá i bezpilotních systémů. LS má vlastní zdroj záření, tudíž lze snímkovat i v noci bez nutnosti slunečního záření. Data LS mají podobu mračna bodů. Jejich polohová informace je zaznamenávána pomocí času, který uplyne mezi vysláním paprsku skenerem a jeho odrazem od povrchu zpět (Uhlířová a Zbořil 2009).

3.3.1 Digitální model reliéfu České republiky 5. generace

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (dále jen DMR 5G) je jedním z produktů LLS. Zobrazuje zjednodušený povrch území ČR pomocí nepravidelné trojúhelníkové sítě bodů (TIN). Ta vznikla díky LLS, které probíhalo v letech 2013–2015, při projektu „Projekt tvorby nového výškopisu České republiky“. Výstupem tohoto laserového skenování bylo vzniklé mračno bodů, u kterého následně bylo třeba odlišit body, které reprezentují terén, vegetaci a stavby, anebo který je způsoben chybným měřením. Každý bod má 3 prostorové souřadnice X, Y, H, kdy souřadnice X a Y jsou reprezentovány v referenčním souřadnicovém systému S-JTSK a souřadnice H vyjadřuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv). Tento model je o dost přesnější než jeho předchůdce, úplná střední chyba výšky DMR 5G je 18 cm v odkrytém terénu a 30 cm v zalesněném terénu (Brázdil 2016).

3.3.2 Využívání laserového skenování

Pro vyhodnocení změn reliéfu způsobené vodní erozí je velmi příhodné využít laserové skenování v blízkém infračerveném spektru. Využití pozemního laserového skenování (dále jen PLS) pro vyhodnocování procesů vodní eroze popisují ve své studii Dąbek et al. (2014). Porovnávají 2 naskenované modely lesní linky, ve které jsou vyjeté koleje od lesnických strojů a tažených klád ve sklonitém reliéfu, v rozmezí 2 měsíců.

Laser využívající blízké infračervené spektrum lze také například využít pro zjištění výšky hladiny, anebo pro zjištění hranic vodní plochy (Uhlířová a Zbořil 2009). Poepl et al. (2015) například také využívá toto spektrum pro výzkum dnových sedimentů usazujících se v zaniklých jezích na toku řek.

Skenování v blízkém infračerveném spektru bylo použito i při posledním LLS reliéfu a povrchu České republiky. Tato data byla testována ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, zda by mohla být využita pro aktualizaci Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD) (Uhlířová a Zbořil 2009). Frajer et al. (2013) využívá DMR 5G pro svůj výzkum, ve kterém identifikuje pozůstatky hrází zaniklých nádrží. Pro svůj výzkum také využívá prostorové informace starých map I. vojenského mapování.

Laserová batymetrie, také uváděna jako laserová hydrografie, je technika pro měření hloubek relativně mělkých, pobřežních vod ze vzduchu. Pro mapování pod vodní hladinou je používán laser využívající zelené části spektra (dále jen zelený laser), jelikož jeho vlnová délka se, na rozdíl od laseru využívajícího infračerveného spektra, šíří i vodou (Mandlbürger et al. 2015).

Využívání zeleného laseru například využili Andrić a Bonacci (2014) pro mapování Rudého jezera v Dinárském krasu. Toto mapování bylo uskutečněno z důvodu určení geneze jezera, která je velmi často diskutována. Pro tento výzkum využili kombinaci LS a sonaru připevněném na dálkově ovládaném podvodním vozidle (Andrić a Bonacci 2014).

Dále zelený laser využili i Mandlbürger et al. (2015) pro zkoumání hydrauliky v korytě (změna rychlosti proudu s měnící se hloubkou) a změny morfologie koryta následkem povodňových událostí. Tyto poznatky využili pro určování stanovišť ohrožených druhů vodních organismů. Pomocí dat LS mohli v korytě odlišit několik různých stanovišť jako jsou tůňe, peřeje, mělká vodní stanoviště, stojatá voda a proud. Na základě toho vznikly preferenční modely stanovišť, například pro tření ryb nebo pro vývoj mladších jedinců ryb.

3.4 Zpracování a příprava dat

V této kapitole jsou shrnuty všechny úkony, které byly třeba pro použití pro analýzy v prostředí GIS.

3.4.1 Data z Povodí Ohře

Databáze získaná od Povodí Ohře obsahovala popis jednotlivých zaniklých nádrží v povodí Ohře. Obsahovala informace z katastru nemovitostí (parcela, katastrální území, vlastník pozemku atd..) dále informace o zásobení MVN vodou (průtočná, nebeská), poznámky apod. Ukázka části dat je znázorněna v tabulce 1. Z těchto obsáhlých dat byly vybrány pouze nádrže spadající pod území obce Jindřichovice (okres Sokolov). Data reprezentují katastrální pozemky, kde se dříve vyskytovaly malé vodní nádrže v době mapování II. vojenského mapování a nyní se zde nádrže již nevyskytují.

Tab. 1: Seznam zaniklých nádrží v Jindřichovicích, zdroj: Povodí Ohře, s.p. (2017), upraveno

Obnova dle závodu	Parcela	Vlastník	Druh pozemku	Využití	Správa toku	Typ nádrže
ANO	512	LČR	lesní pozemek			nebeská
ANO	515/1	LČR	lesní pozemek	les jiný než hosp.		nebeská
ANO	952	LČR	vodní plocha	vodní nádrž um.	LČR	průtočná
ANO	3498	soukromý vlastník	TTP		LČR	nebeská x boční
ANO	3498	soukromý vlastník	TTP		LČR	nebeská x boční
ANO	3498	soukromý vlastník	TTP		LČR	nebeská x boční

3.4.2 Mapové listy od Mapové sbírky Přírodovědecké fakulty UK

Pro zjištění vývoje vybraných MVN byly vybrány 3 mapové podklady. Mapy II. vojenského mapování, dále mapy III. vojenského mapování a mapy v souřadnicovém systému S-52. Mapové listy byly poskytnuty z Mapové sbírky Přírodovědecké fakulty UK.

Pro pokrytí studovaného území mapou 2. VM bylo třeba použít listy W_06_VIII a W_07_VIII v měřítku 1 : 28 800. Tyto mapy byly vyříznuty z mapového rámu a spojeny v softwaru GIMP 2.8 do jedné. Následně vzniklá mapa byla georeferencována v softwaru ArcGIS Desktop 10.4 pomocí nástrojové lišty *Georeferencing*. Pomocí 16 vlíčovacích bodů byla mapa umístěna do souřadnicového systému S-JTSK. Střední kvadratická chyba transformace je 11,6 metrů. Tabulka vlíčovacích bodů je umístěna v příloze 1.

Pro pokrytí území mapou 3. VM byl použit pouze jeden list s označením 3849. Tento list je v měřítku 1 : 75 000. Pro toto území je bohužel list v měřítku 1 : 25 000 ztracený. Tento list byl georeferencován pomocí 17 vlíčovacích bodů a byl umístěn v softwaru ArcGIS Desktop 10.4 do souřadnicového systému S-JTSK v Křovákově zobrazení. Střední kvadratická chyba transformace je 23,1 metrů. Tabulka vlíčovacích bodů je umístěna v příloze 2.

K pokrytí studovaného území mapami v souřadnicovém systému S-52 bylo taktéž třeba použít 2 mapové listy měřítka 1 : 25 000 a to listy M-33-62-A-a a M-33-62-A-b. Tyto dva listy byly vyříznuty z mapového rámu a spojeny do jednoho celku pomocí softwaru GIMP 2.8. Rozdílnost kontrastu barev na sloučených vrstvách je dána již získaným digitálním skenem. Spojené mapové listy byly umístěny v softwaru ArcGIS Desktop 10.4 do souřadnicového systému S-JTSK v Křovákově zobrazení, pomocí 16 vlíčovacích bodů. Střední kvadratická chyba transformace vyšla 4,8 metrů. Tabulka použitých vlíčovacích bodů je umístěna v příloze 3.

3.4.3 Digitální model reliéfu 5. generace od ČUZK

Na základě studentské žádosti, data poskytl Český zeměměřičský úřad katastrální o rozsahu 16 mapových listů. Data byla předána v textovém formátu jednotlivých souřadnicových bodů. Tyto údaje byly převedeny do softwaru ArcGIS Desktop 10.4 pomocí funkce *ASCII 3D To Feature Class*. Díky této funkci se vytvořily body ve zvoleném souřadnicovém systému S-JTSK, které již v prostředí ArcGIS reprezentovaly prostorovou informaci. Dále pomocí funkce *Add Z Information (3D Analyst)* byla bodům do atributové tabulky přidána hodnota jejich výškové souřadnice (Z). Pak již bylo možné použít funkci *Topo To Raster*, díky které se z výškové informace jednotlivých bodů, vytvořil rastrový digitální model reliéfu požadované velikosti pixelu.

4 Fyzickogeografická charakteristika studovaného území

4.1 Vymezení zájmového území

Potok Skřiván se nachází v povodí Labe. Je levostranným přítokem řeky Rotavy na jejím 4. říčním kilometru. Podle absolutní řádovosti je tento potok tokem 5. řádu. Rozloha celého povodí je 28,34 km². Délka hlavního toku potoka Skřiván je 11,82 km (DIBAVOD). Studovaná oblast se nachází v Karlovarském kraji v okrese Sokolov. Vybrané povodí zahrnuje obce Jindřichovice, Rotava, Šindelová, Nejdek a Přebuz. Území leží několik kilometrů od německých hranic.

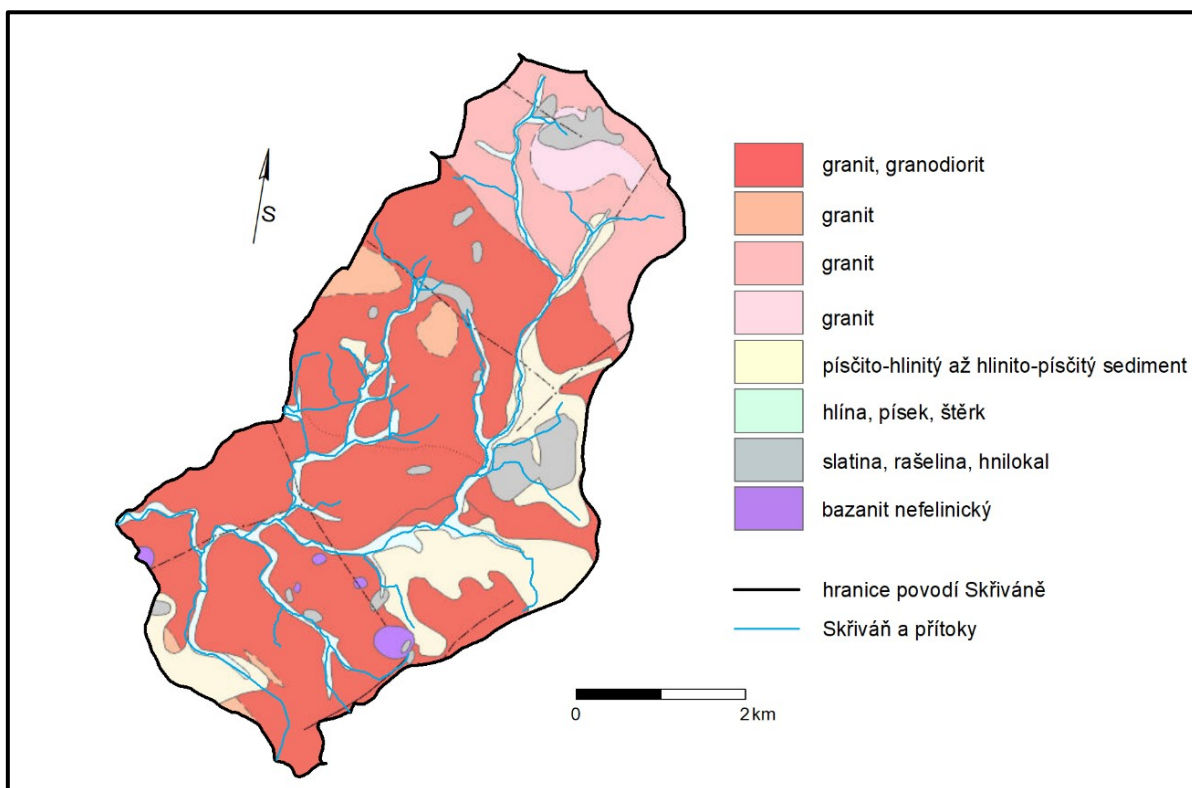


Obr. 3: Potok Skřiván, vlastní foto (17.6.2018)

4.2 Geologické poměry

Z geologického hlediska se dolní tok povodí nachází v oblasti spodno-paleozoických až proterozoických svorů, fylitů a kvarcitů krušnohorského krystalinika a pozdně variských granitů až granodioritů. V oblasti horního toku povodí se vyskytují svrchnopaleozoický biotitický granit až granodiorit a méně se zde vyskytuje i kambrický kontaktně metamorfovaný chlorit-sericitický fylit (Demek a Mackovčín 2006).

Dle geologické mapy 1 : 50 000 území povodí tvoří převážně granity a granodiority krušnohorského plutonu. Dále se zde vyskytuje odlišená kategorie „slatina, rašelina, hnílokal“, která odpovídá svým výskytem organozemím na mapě půdních typů (obrázek 5) a také se vyskytuje v pramenné oblasti Skřiváně. Dále oblasti koryt toků vyplňují hlína, písek a štěrk. Místy nivy toků vyplňují písčito-hlinité až hlinito-písčité a místy i kamenité sedimenty (ČGS 2018).



Obr. 4: Horniny v Povodí Skřiváně, Geologická mapa 1: 50 000 zdroj: ČGS, DIBAVOD, vlastní zpracování

4.3 Geomorfologie

Celé povodí můžeme zařadit do podcelku Klínovecké hornatiny. Povodí Skřiváně leží horním tokem na území okrsku Přebuzská hornatina a dolním tokem na území okrsku Jindřichovická vrchovina (Demek a Mackovčín 2006). Podle morfografické typizace se v této oblasti vyskytují vrchoviny s menším výškovým rozpětím (201/251/–300 m) (Balatka a Kalvoda 2006).

Jindřichovická vrchovina má celkovou rozlohu 257 km². Jedná se o kernou vrchovinu silně rozčleněnou hlubokými údolními potoky přitékající z vyšších oblastí, s menšími erozně denudačními plošinami na rozvodních hřebtech (Demek a Mackovčín 2006). Jedním ze zajímavých geomorfologických tvarů je bizarní balvan Kamenný hřib, který je typickou ukázkou zvětrávání a rozpadu žul karlovarského masívu (Mackovčín a Zahradnický 2004).

Nejvyšším bodem Jindřichovické vrchoviny je Kamenáč s nadmořskou výškou 936,1 m, který se vyznačuje zaobleným tvarem s izolovanými skalkami a mrazovými sruby. Součástí studovaného povodí je také významný bod Dančí vrch s kótou 718,4 m, je to suk ve tvaru kupy s menšími skalními tvary zvětrávání a odnosu v mírně ukloněných svazích (Demek a Mackovčín 2006). Tento vrch tvoří rozvodnici mezi povodími Skřiváně, Tatrovického a Chodovského potoka.

Přebuzská hornatina je plochá kerná hornatina, ve vrcholových částech se vyskytují zbytky zarovnaných povrchů a skalní tvary zvětrávání. Nejvyšší bod je Zaječí hora s výškou 1008,5 m (Demek a Mackovčín 2006).

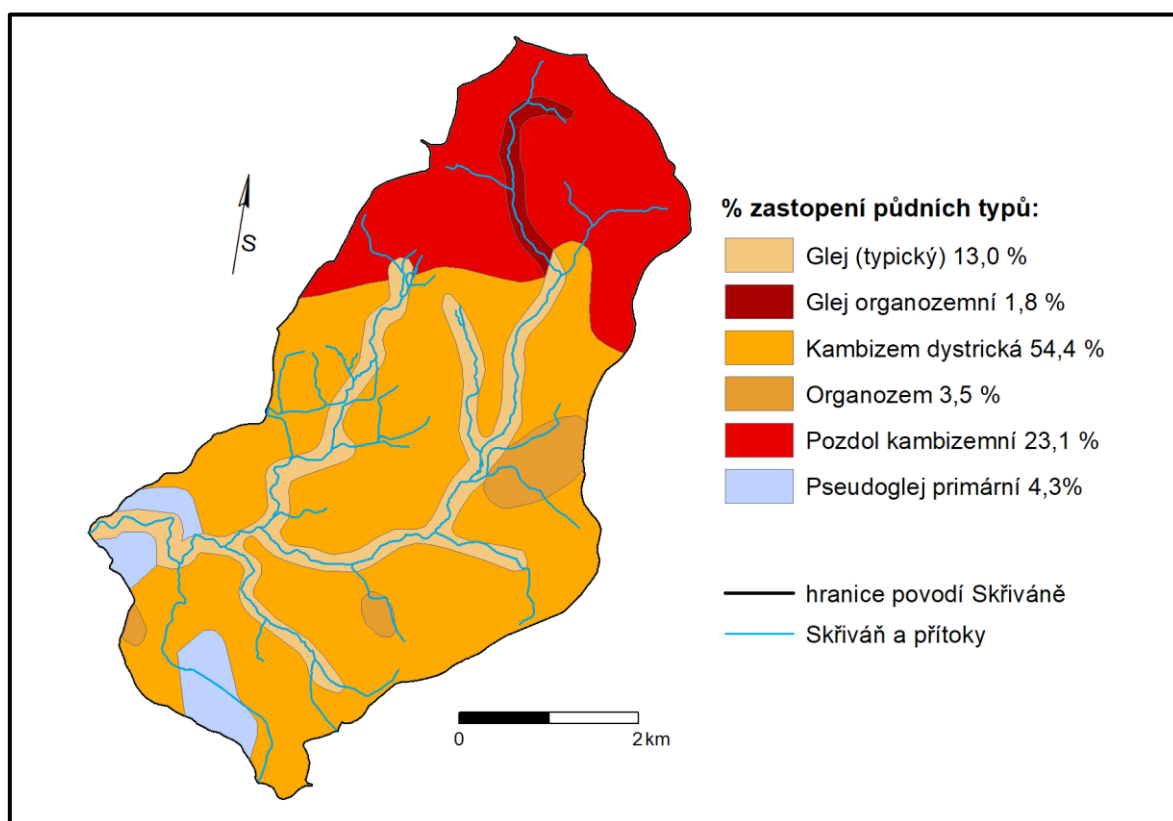
Tab. 2: Geomorfologické členění studovaného území dle Demka a Mackovčina (2006)

Geomorfologické jednotky	
provincie	Česká vysočina
soustava	Krušnohorská soustava
podstava	Krušnohorská hornatina
celek	Krušné hory
podcelek	Klínovecká hornatina
okrsek	Přebuzská hornatina a Jindřichovická vrchovina

4.4 Pedologické poměry

Na obrázku 5 je vidět, že stejně jako na celém území ČR, na studovaném území převládá půdní typ kambizem (Kozák 2009). Kambizemě jsou nejvíce rozšířené v 450–800 m n.m. Hlavním půdotvorným procesem je intenzivní vnitropůdní zvětřávání. Na území povodí Skřiváně se vyskytuje subtyp kambizem dystrická, která má nižší obsah humusu, se značným poklesem půdní reakce a sorpční komplex je extrémně nenasycený. Tento subtyp se vyskytuje převážně v nadmořských výškách nad 400 m n.m. (Tomášek 2007).

Dalším půdním typem jsou podzoly, které se uplatňují ve vyšších nadmořských výškách přesahující 800 m n.m. Půdotvorný proces typický pro podzoly je podzolizace. Tento půdní typ je typický pro svůj vybělený eluviální horizont (Tomášek 2007). Dále se v povodí vyskytuje velké množství glejů typických a také organozemních, které mají vyšší humusový horizont než glej typický a obsahují zrašeliněnou organickou hmotu. Rozšíření glejů se typicky váže na nivy vodních toků a na zamokřené úpady (Tomášek 2007).



Obr. 5: Zastoupení půdních typů v povodí Skřiváně, organozem zde vyobrazena bez rozlišení subtypů, zdroj: DIBAVOD, Kozák (2009) vlastní zpracování

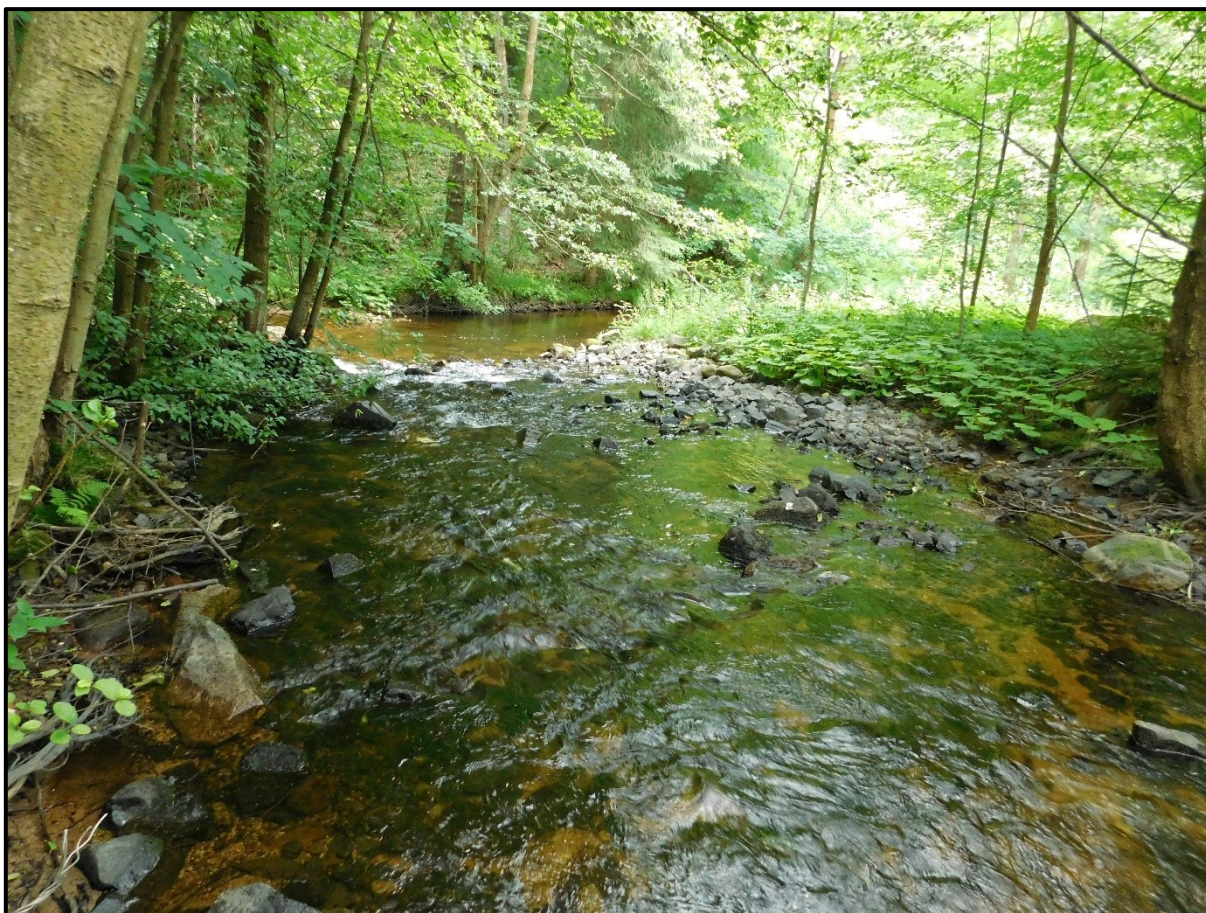
4.5 Klimatické poměry

Průměrná roční teplota se zde pohybuje mez 4–7 °C v závislost na nadmořské výšce (Tolasz 2007). Dle Köppenovy klasifikace, která je založena na teplotním a srážkovém režimu a jeho vlivu na biotickou komponentu krajiny (Netopil et al. 1984), se Skřiváň řadí rovnou pod 3 nejčastější klimatická pásma v ČR. Pásmo Cfb – podtyp podnebí listnatých lesů vlhkého mírného pásma se suchou zimou a oblasti spadající do klasifikace Dfb, Dfc – střední polohy vlhkého mírného chladného podnebí se suchou a mírnou, resp. chladnou zimou (Tolasz 2007).

Dle Quittovy klasifikace povodí spadá pod jednotky C6 a C7, které odpovídají klimatické charakteristice chladných oblastí a dále pod jednotku MW3, patřící pod klimatickou charakteristiku mírně teplých oblastí. Tato klasifikace rozlišuje 23 jednotek definované určitými kombinacemi hodnot 14 klimatologických charakteristik, z nichž se některé v ČR vůbec nevyskytují (Tolasz 2007). Již ze zmíněných klasifikací vyplývá, že je zde strmý klimatický gradient, který je typický pro Krušné hory a patří k nejstrmějším gradientům v České republice (Culek et al. 2016).

4.6 Hydrologické poměry

Skřiván nebo též Skřivánčí se nachází v úmoří Severního moře. Dle absolutní řádovosti je tokem 5. řádu. Potok Skřiván pramení v západních Čechách mezi vrcholy Plán a Rudenský Špičák v nadmořské výšce 895 m. Jedná se o horský potok pramenící nedaleko Přebuzského vřesoviště. Protéká zalesněnými horskými svahy. Tok má jihozápadní směr. Jak můžeme vidět na obrázku 6, Skřiván je levostranným přítokem řeky Rotavy, do které ústí u města Rotava. Průměrný průtok u ústí je $0,29 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. (Štefáček 2008).



Obr. 6: Přítok Skřiváně z leva (v pozadí) a Rotavy (v popředí), vlastní foto (17.6.2018)

4.6.1 Hydrografie

Pro následující výpočty a charakteristiku povodí byli použity údaje (tabulka 3) vypočtené pomocí softwaru ArcGIS Desktop 10.4 na podkladech Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD) a DMR 5G (ČUZK).

Tab. 3: Použité veličiny pro hydrografické výpočty

Veličina	Označení	Hodnota
Plocha povodí	P	28,34 km ²
Délka povodí	L	7,76 km
Plocha pravé strany povodí	P _P	12,65 km ²
Plocha levé strany povodí	P _L	15,69 km ²
Délka rozvodnice	L _R	25,04 km
Nejvyšší kóta povodí	h _{max}	942,6 m n.m.
Nejnižší kóta povodí	h _{min}	528,5 m n.m.
Délka všech vodních toků	ΣL	45,67 km

4.6.1.1 Tvar povodí

Tvar povodí má výrazný vliv na průběh stavu průtoků povodím při vypadávání srážek nebo při tání sněhu. Pro porovnávání mezi sebou je třeba číselně vyjádřit jejich tvarové vlastnosti (Ruda 2014).

Charakteristika povodí

Je jedním ze základních faktorů popisujících tvar povodí. Vypočítá se jako poměr plochy povodí a druhé mocniny délky povodí (Netopil et al. 1984).

$$\alpha = \frac{P}{L^2} = \frac{28,34}{7,76^2} = 0,47$$

Povodí Skřiváně je vějířovitého typu.

Gravelliův koeficient

Tento koeficient stanovuje míru protáhlosti nebo kruhovosti povodí. Vypočítá se podílem délky rozvodnice a obvodem kruhu o stejné ploše jako je plocha povodí. Hodnoty jsou rovny 1 nebo vyšší, čím blíže 1, tím je více povodí podobné tvaru kruhu (Ruda 2014).

$$K_G = \frac{L_R}{2\sqrt{P\pi}} = \frac{25,04}{2\sqrt{28,34\pi}} = 1,33$$

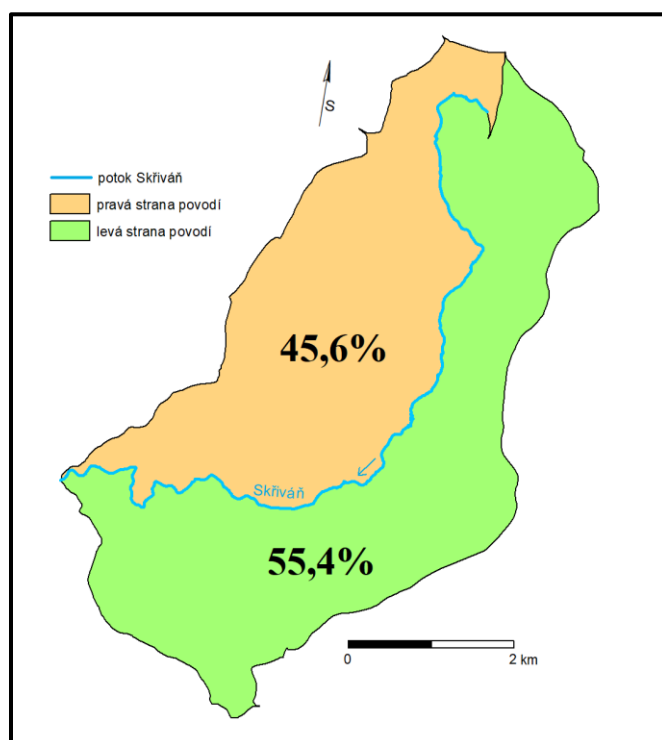
Dle výsledku se jedná spíše o povodí protáhlé.

Souměrnost povodí

Další charakteristikou je symetrie povodí. Vypočítá se podílem absolutní hodnoty rozdílů ploch pravé (P_P) a levé (P_L) strany povodí a celkové plochy povodí P . Nabývá hodnoty 0–1, čím je hodnota vyšší tím je povodí asymetričtější (Ruda 2014).

Vypočítává se pomocí koeficientu souměrnosti K_S následovně:

$$K_S = \frac{|P_P - P_L|}{P} = \frac{|12,65 - 15,69|}{28,34} = 0,12$$



Obr. 7: Souměrnost povodí Skřiváně, zdroj: DIBAVOD

4.6.1.2 Výškové poměry povodí a toku

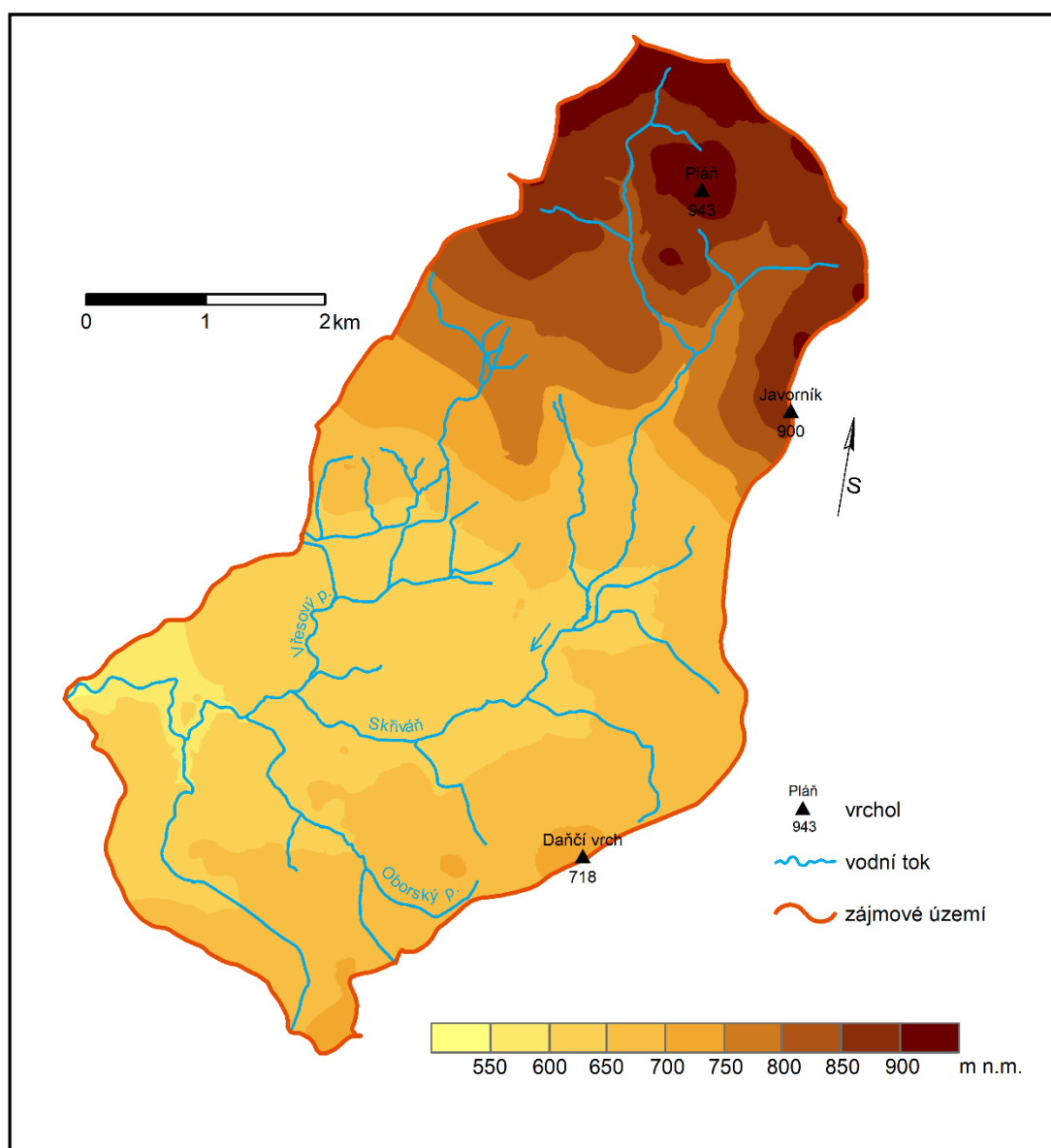
Převýšení (spád)

Převýšení je rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší kótou vyskytující se v povodí

$$\Delta h = h_{max} - h_{min}$$

$$\Delta h = 942,6 - 528,5 = 414,1 \text{ m}$$

Povodí Skřiváně je převýšeno o 414,1 metrů.



Obr. 8: Výškové poměry sledovaného povodí Skřiváně, zdroj: DIBAVOD, ArcČR, DMR 5G

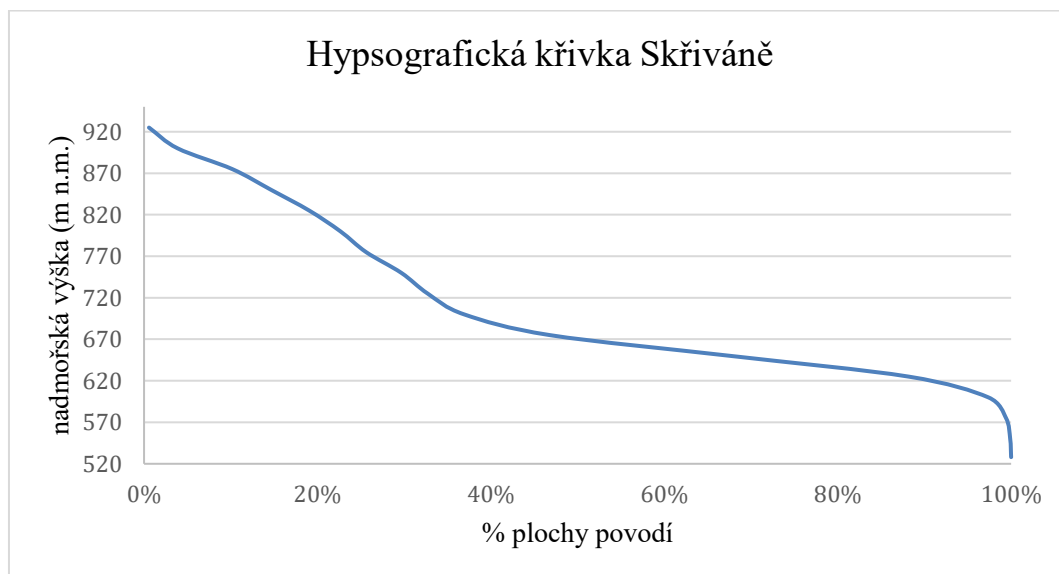
Průměrný sklon povodí

Vypočítá se podílem převýšení a odmocninou plochy povodí, tento výpočet je jednodušší, ale o něco méně přesnější než výpočet, který zohledňuje výškovou vzdálenost vrstevnic (Netopil et al. 1984).

$$I = \frac{\Delta h}{\sqrt{P}} \cdot 1000 = \frac{0,41}{\sqrt{28,34}} \cdot 1000 = 77,02 \text{ ‰}$$

Hypsografická křivka

Z hypsografické křivky je možno určit podíl určitých výškových pásem na celkové ploše. Lze z ní také vyčíst orientační údaje o výškových poměrech povodí, jako jsou kóty nejvyšších bodů, ústí řeky a údaj o průměrné výšce povodí (Netopil et al. 1984).



Obr. 9: Hypsografická křivka Skřiváně, vlastní zpracování, zdroj: DIBAVOD, DMR 5G

4.6.1.3 Hustota říční sítě

Tento ukazatel vyjadřuje velikost povrchového odtoku z daného území. Jeho hodnota závisí na vegetaci, morfologii, land use, geologii, klima atd. Umožňuje porovnávat hodnoty z více dílčích povodí a získat tak obraz o možnostech dostupnosti určitého objemu vody až po závěrečný profil. Umožňuje tak porovnávání s ostatními povodími (Ruda, 2014).

$$r = \frac{\Sigma L}{P} = \frac{45,67}{28,34} = 1,61$$

4.7 Biogeografické poměry

Oblast spadá do Hercynské podprovincie. Z výřezu mapy biogeografických regionů České republiky (viz příloha 4), je patrné že dolní tok povodí spadá do Ašského bioregionu a horní část do Krušnohorského regionu. Tyto dva regiony nemají vůči sobě silné kontrasty. Pro Krušnohorský bioregion jsou typická rašeliniště, je to druhý bioregion s nejvíce zastoupenými rašeliništi v ČR. Studovaná dolní část povodí není reprezentativní pro Ašský bioregion, jelikož je charakteristická výskytem skalních útvarů, tvořící přechod do Krušných hor (Culek et al. 2016).

V blízkosti zkoumaného povodí se vyskytuje mnoho rašelinišť a močálů. Tento rozsáhlý komplex rašelinišť okolo Přebuže je vrchovištního hercynského typu a jsou lemovány podmáčenými smrčínami. Nyní jsou v okolí v ochraně pouze PR Velký močál a PR Velké Jeřábí jezero. Podmáčené smrčiny charakterizuje bohaté mechové patro s rašelíníky, s rozhozcem trojlaločným, třtinou chloupkatou nebo s borůvkou černou. Dále jsou smrčiny občasné doplněny břízkou karpatskou nebo jeřábem ptačím. Na rašelinných loukách a prameništích rostou všivec ladní, vrba rozmarýnolistá a tučnice obecná (Mackovčín a Zahradnický 2004).

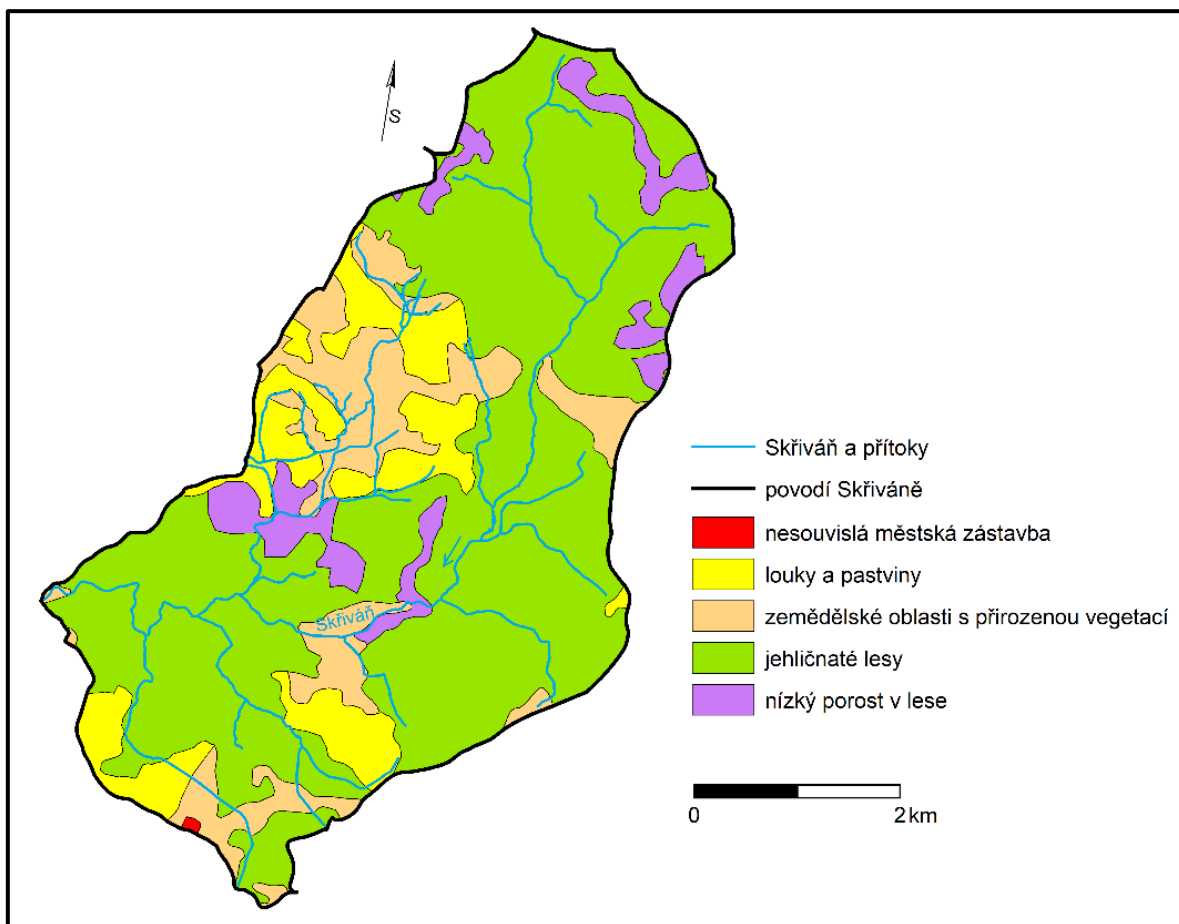
Vyskytuje se zde spousta jelení zvěře, tetřevů a tetřívků (Demek a Mackovčín 2006). Ve vyšších polohách v sekundárních kulturách jehličnatého lesa se vyskytuje kulíšek nejmenší, tetřívek obecný, ještěrka živorodá, z hmyzu vážka lesklice horská a různé druhy střevlíků. Občas se zde vyskytuje i zbytková populace tetřeva hlušce (Mackovčín a Zahradnický 2004).

Potenciální přirozená vegetace je ve většině povodí acidofilní biková bučina a v pramenné části podmáčená rozhozcová smrčina, místy v komplexu s rašelinnou smrčinou (Mackovčín a Zahradnický 2004).

4.7.1 Krajinový pokryv podle CORINE Land Cover

V zájmovém území povodí Skřiváně převládají jehličnaté lesy. Na jehličnaté lesy navazuje nízký porost v lese. V území se dále vyskytují louky a pastviny a zemědělské oblasti s přirozenou vegetací.

V současné době se podle klasifikace CORINE v místech zkoumaných zaniklých nádrží (SK1, SK2 a SK3) nacházející se v nivě potoka Skřiváně vyskytuje krajinový pokryv – nízký porost v lese. V místech zaniklé nádrže blíže k Heřmanovu (PH) se podle této klasifikace nachází třída zemědělské oblasti s přirozenou vegetací, která blízce sousedí s třídou jehličnaté lesy. Zaniklé nádrže blíže k obci Jindřichovice (JD1, JD2 a JD3) jsou v této klasifikaci označeny jako louky a pastviny (CORINE Land Cover 2012). Zastoupení krajinového pokryvu v celém zájmovém území zobrazuje obrázek 10. Umístění jednotlivých zkoumaných nádrží a jejich technické názvy jsou umístěny na obrázku 13 v následující kapitole.



Obr. 10: Třídy krajinového pokryvu v povodí Skřiváně, zdroj: DIBAVOD, CORINE Land Cover (2012), vlastní zpracování

4.8 Ochrana přírody

Zkoumané povodí spadá do území Přebuzského přírodního parku, což je rozsáhlý komplex vrchovištních rašelinišť a návazných lesních ekosystémů. Jedinou přírodní památkou spadající do území povodí je PP Kamenný hřib. Jedná se přírodní památku geomorfologického typu – blok adamellitu karlovarského plutonu (tzv. horské žuly). Je to ukázkový příklad deskovité a kvádrovitě odlučnosti horniny a jejího selektivního zvětrávání a odnosu. Tento blok je vodorovnými puklinami rozčleněn na několik částí (Mackovčín a Zahradnický 2004). Dále v okolí povodí se nachází již výše zmíněné přírodní rezervace.



Obr. 11: Přírodní památka Kamenný hřib, vlastní foto (17.6.2018)

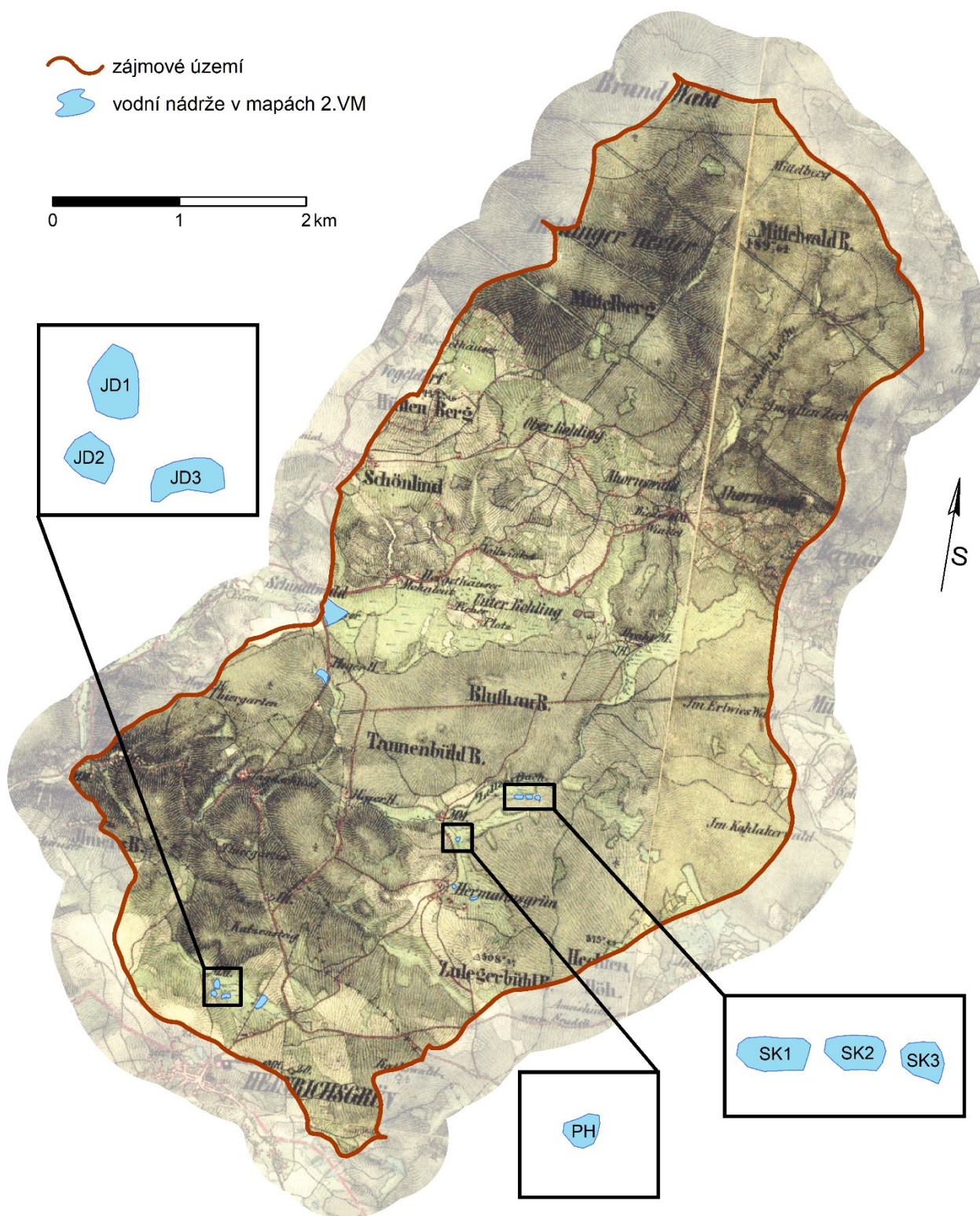
5 Výsledky

Pro výzkumnou část bylo vybráno sedm zaniklých MVN. Pro zjednodušení popisu jednotlivých zaniklých MVN v textu, byl nádržím přiřazen technický název. Jednotlivé názvy a polohu jednotlivých nádrží v době 2. VM v povodí Skřiváně znázorňuje přehledová mapa na obrázku 13 na následující stránce. Ve čtvercích jsou vyobrazené zvětšené zájmové MVN a je jim zde přiřazen technický název, který je používán v textu.

Nádrže v blízkosti osídlené části Jindřichovic byly pojmenovány „JD1“, „JD2“ a „JD3“. Tyto 3 zaniklé MVN jsou jediné blízko osídlené části Jindřichovic. Ostatní 4 zaniklé MVN se nacházejí nedaleko osady Heřmanov, spadající pod obec Jindřichovice. Zaniklá MVN, bližší této osadě, byla pro tuto práci označena „PH“. Zbylé 3 zaniklé MVN se nacházejí vedle sebe v nivě Skřiváně. Byly pojmenovány od nejspodnější „SK1“ prostřední z nich „SK2“ a horní nádrž „SK3“.



Obr. 12: Jedna z vodních nádrží, dochovaná z období II. vojenského mapování až do současnosti, vlastní foto (17.6.2018)



Obr. 13: Zájmové území povodí Skřiváně, zdroj: CENIA, vlastní zpracování

5.1. Vývoj vybraných malých vodních nádrží dle starých map

Na obrázku 13 jsou znázorněny zaniklé vodní nádrže, které byly vybrány jako zájmové. Tato část byla rozdělena podle prostorového uspořádání na 2 části – Nádrže u osady Heřmanov (PH, SK1, SK2 a SK3) a Nádrže u Jindřichovic (JD1, JD2 a JD3).

Nádrže u osady Heřmanov

Na obrázku 14 vidíme nádrže SK1, SK2 a SK3, které jsou dotovány nahonem vodou z potoka Skřiváň. Jelikož se na toku pod nimi nacházel mlýn (na obrázku 14 vlevo), lze soudit že tyto nádrže zajišťovaly nepřetržitý chod tohoto mlýna.

Dále na obrázku 14 můžeme vidět nádrž PH. Tato nádrž je zcela zřetelně průtočná nádrž na levostranném přítoku Skřiváně. Nedaleko ní se nacházelo také stavení. Pravděpodobně tato nádrž sloužila jako rybník. Jelikož tato nádrž je přímo průtočná, je to nejideálnější řešení pro chov ryb.



Obr. 14: Nádrže SK1, SK2, SK3 a PH na výřezu mapy II. vojenského mapování v měřítku 1 : 28 800, zdroj: Mapová sbírka PřF UK, upraveno

Na následujících mapách je vidět, že došlo ke spojení dvou spodních nádrží SK1 a SK2. Již v době III. vojenského mapování (obrázek 15) došlo k zániku horní nádrže SK3. Na této mapě již není znázorněna nádrž PH, což znamená, že buďto došlo také k jejímu zániku, anebo jí autor na mapě menšího měřítka nezaznačil.



Obr. 15: Nádrže u Heřmanova na výřezu mapy III. vojenského mapování v měřítku 1 : 75 000,
zdroj: Mapová sbírka PřF UK, upraveno

Na mapách v souř. systému S-52 také nádrž PH není vyznačená, tudíž její zánik ke konci 19. století může být potvrzen. Na této mapě, jejíž výřez se nachází na obrázku 16, jsou MVN SK1 a SK2 vyobrazeny jako jedna nádrž s hloubkou 2 metry.



Obr. 16: Nádrže u Heřmanova na výřezu mapy v souřadnicovém systému S-52 v měřítku 1 : 25 000, zdroj: Mapová sbírka PřF UK, upraveno

V současné době ani jedna z nádrží již neexistuje. Tudíž nádrže SK1 a SK2 zanikly v období posledních 60 let.

Nádrže Jindřichovice

Na obrázku 17 můžeme vidět 3 nádrže JD1, JD2 a JD3 vyobrazené na mapách 2. VM. Vidíme opět, že nádrže se nachází nad mlýnem. Je zde vidět, že celá soustava je napájena dvěma drobnými potoky.



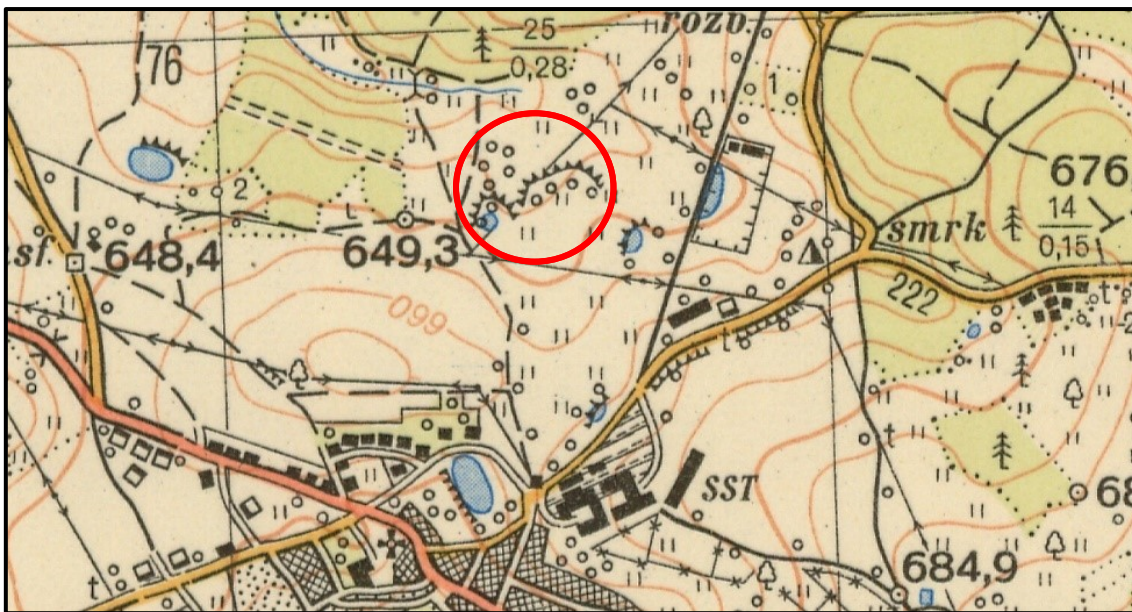
Obr. 17: Nádrže u Jindřichovic na výřezu z mapy II. vojenského mapování v měřítku 1 : 28 800, zdroj: Mapová sbírka PřF UK, upraveno

Na následujících mapách 3. VM je vidět že nedošlo k žádným změnám co se týče nádrží. Na obrázku 18 není již zobrazen žádný přítok do nádrží.



Obr. 18: Nádrže u Jindřichovic na výřezu z mapy III. vojenského mapování v měřítku 1 : 75 000, zdroj: Mapová sbírka PřF UK, upraveno

Na mapách S-52 je vidět, že již v 20. století docházelo k pomalému zániku nádrží. Na obrázku 19 je vidět, že nádrž JD1 zcela zanikla a nádrž JD3 je zde vyobrazena jako vyschlá. Nádrž JD2 je na této mapě jediná zachovaná.



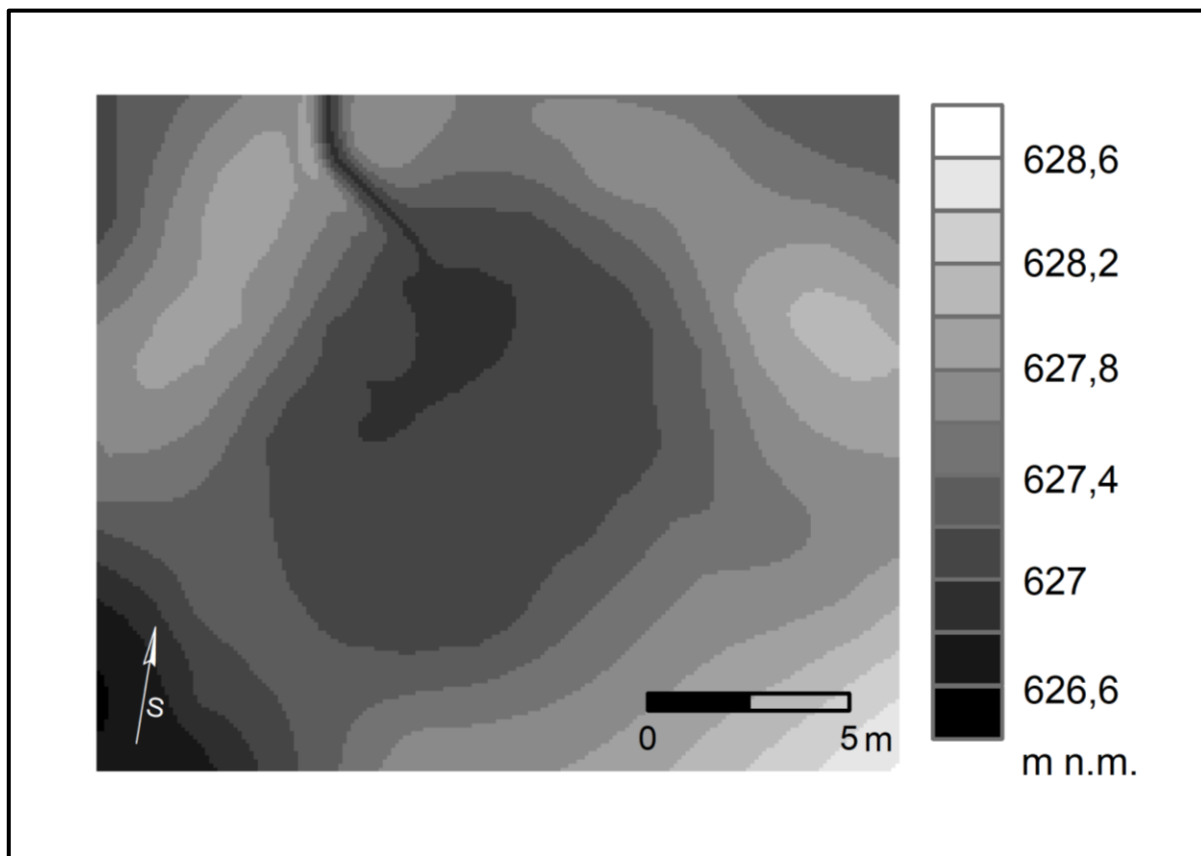
Obr. 19: Nádrže u Jindřichovic na mapě S-52, zdroj: Mapová sbírka PrF UK, upraveno

Z výše doložených map lze konstatovat, že více jak polovina nádrží zanikla během 20. století. Nádrž PH zanikla již na konci 18. století. Zánik těchto nádrží může být spojován s intenzifikací zemědělství, anebo také s odsunem Němců po skončení 2. světové války, neboť většina statků a mlýnů patřila právě německému obyvatelstvu, jako například mlýn pod nádržemi SK1, SK2 a SK3. V současné době je však mlýn zaniklý, stejně jako 3 nádrže nad ním.

Jak už bylo výše zmíněno, poznatky z mapových podkladů je vhodné doplnit lokálním zdrojem informace (Lipský 2000). Proto tato práce zahrnuje analýzu nad velmi přesným a podrobným DMR 5G a je doplněna i terénní rekognoskací.

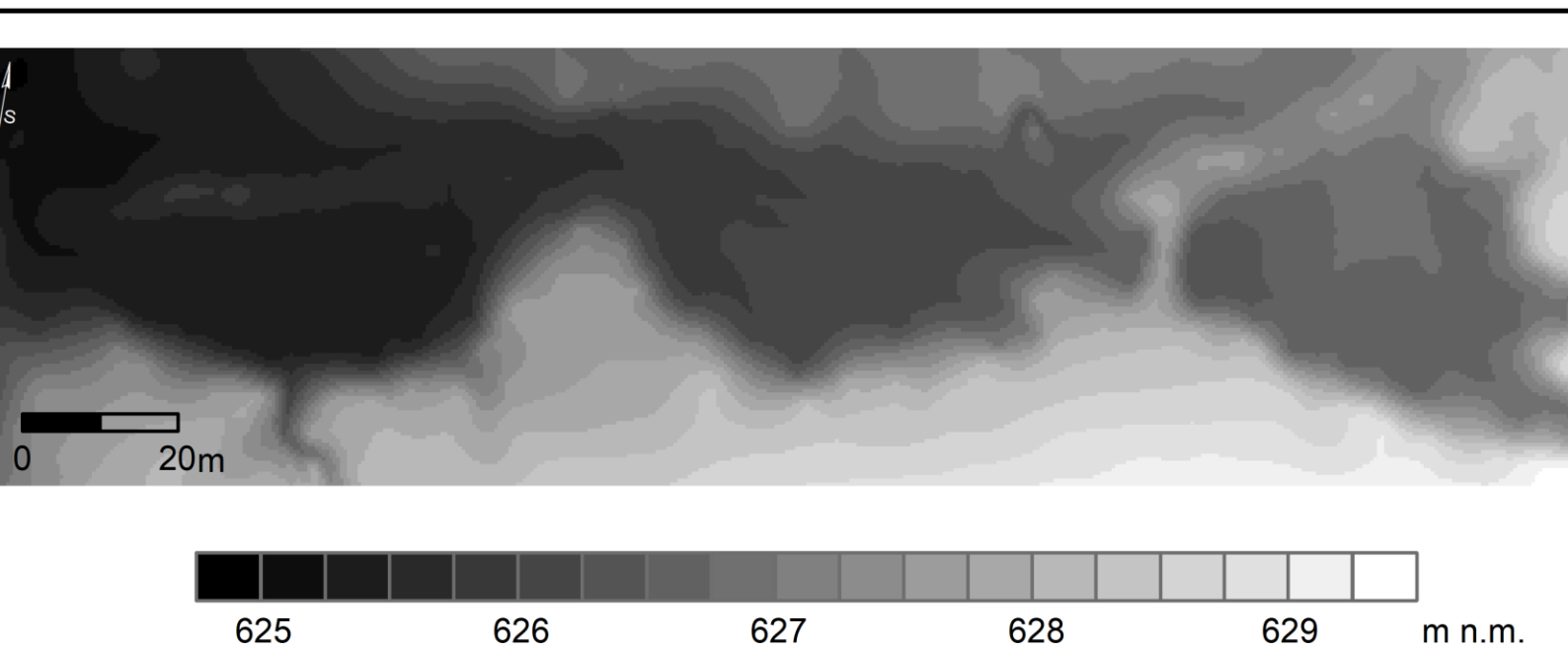
5.2 Digitální model reliéfu 5G

Pomocí tohoto produktu LSS můžeme velmi dobře analyzovat pozůstatky hrází zaniklých nádrží v současnosti. Pro detailnější analýzu byl v místě zaniklých MVN vytvořen DMR o velikosti pixelu 0,4 metrů. Na obrázku 20 můžeme vidět pozůstatky hrází nádrže PH. Na levé straně v místě směrovky se nachází současné koryto potoka. Nahoře lze vidět původní odtok z nádrže.



Obr. 20: Digitální model reliéfu v místech zaniklé nádrže PH, zdroj: DMR 5G, vlastní zpracování

Na obrázku 21 na následující straně se nachází DMR v místech zaniklých nádrží SK1, SK2 a SK3. Z obrázku je patrné, že tyto nádrže jsou v současné době nejzachovalejší. Například SK3 (vpravo) nemá na jediném místě protrženou nádrž. I zbylé dvě nádrže SK2 a SK1 mají velmi zachovalé hráze. Nicméně hráze obou nádrží byly v minulosti protržené, což pravděpodobně vedlo k jejich zániku.



Obr. 21: Digitální model reliéfu v místech zaniklých nádrží SK1, SK2 a SK3, zdroj: DMR 5G, vlastní zpracování

5.2.1 Postup modelování nádrží

Díky velmi přesnému modelu reliéfu, můžeme domodelovat protrhnuté hráze a vypočítat přibližnou hodnotu plochy a objemu zaniklé nádrže. V následující praktické části nebyly znázorněny ani modelovány nádrže JD1, JD2 a JD3, jelikož v současnosti se zde nevyskytují žádné pozůstatky hrází.

Následný postup byl vytvořen podle Křížka et al. (2016)

Již ze vzniklého rastrového podkladu DMR 5G pomocí funkce *Contour list*, byla vygenerována vrstevnice reprezentující břehovou linii nádrže. Následně byl vytvořen nový liniový shapefile, kterým byla vyznačena chybějící (protržená) hráz v terénu. S využitím funkce *Snapping*, která umožňuje přimykání k jednotlivým objektům, byla vyznačena hráz tak, aby její oba konce protínaly vrstevnici břehové linie.

Následně bylo použito *Split Tools* v *Editor* menu a vrstevnice byla rozdělena v místech průsečíků s hrází. Zbylé části vrstevnice nerepresentující břehovou linii byly odstraněny. Dále pomocí funkce *Merge* byla spojena liniová vrstva břehové linie a hráze. Pomocí funkce *Feature To Polygon*, byl vytvořen z linie polygon, značící plochu nádrže.

Pro výběr břehové linie a výšky hráze nebyl brán zřetel na normy a limity pro stavbu vodních děl.

5.2.2 Postup výpočtu současného objemu a plochy

Pro výpočet plochy a objemu nádrže je třeba převést pomocí funkce *Raster To TIN* rastrový DMR na formát TIN (triangulated irregular network). Následně byla do funkce *3D Polygon* vložena vrstva s polygonem reprezentující plochu nádrže a příslušný TIN soubor reprezentující reliéf. Výsledkem této funkce je nový sloupec v atributové tabulce s hodnotou plochy a objemu ve vstupní polygonové vrstvě reprezentující plochu nádrže. Výsledné hodnoty zájmových nádrží obsahuje tabulka 4.

Tab. 4 Výsledné prostorové hodnoty vypočtené pomocí DMR 5G

Zaniklá nádrž	SK1	SK2	SK3	PH
Výška hráze a břehové linie	625,5 m n.m.	626,5 m n.m.	627,0 m n.m.	627,2 m n.m.
Plocha	849,82 m ²	1127,37 m ²	1564,92 m ²	78,87 m ²
Objem	6125,64 m ³	6718,46 m ³	10166,26 m ³	281,85 m ³

5.3 Terénní výzkum

Samotný terénní průzkum se uskutečnil 17. června 2018.

Zaniklá nádrž PH

Tato zaniklá nádrž se nachází 400 metrů od osídlené části Heřmanova. Nalezneme ji vedle potoka, který teče od osady Heřmanov dolů z kopce a následně ústí do Skřiváně. Na přítomnost nádrže upozorní pozůstatky stavby u cesty, která vede podél ohradníků pozemků pastvin. Pozůstatek hráze nádrže je v terénu jednoduše identifikovatelný. Z dálky je znatelně vidět vodorovná hráz v kopci. Dno bývalé nádrže bylo vyschlé, bez výrazných známek podmáčení a vyskytovala se zde vegetace převážně stejného typu, jako na přilehlé pastvině (např. lipnice). Na bývalé hrázi rostou klasické náletové dřeviny, jako jsou břízy a olše a na hranách hráze roste pár smrků, svým umístěním vypadající, jako by zde byly vysázeny úmyslně. V současné době potok přemístil své koryto cca o 3 metry doleva od nádrže po směru toku a zahlubil se, tudíž teče přibližně o metr níže, než je současné dno pozůstalé nádrže (viz. obrázek 22). Na mapách 2. VM je vidět, že tento potok dříve protékal nádrží. Více fotografií v příloze 6.



Obr. 22: Pohled na zbytky hráze v kopci, pohled zespoda, vpravo od smrku je vidět koryto přeloženého toku potoka, vlastní foto (17.6.2018)

Zaniklé nádrže SK1, SK2 a SK3

Nebeské nádrže se nachází necelý 1,5 km od obce Heřmanov. Cesta k nádržím není nijak udržovaná. Dostat se k nim dá pouze podmáčenou nivou Skřiváně. Dále je pak třeba projít hustým lesem pěšinami od zvěře až k nádržím. Zaniklé nádrže jsou obklopeny druhotnými monokulturami jehličnatých lesů. Bylinné patro tvoří převážně mechy a borůvky. Všechny hráze jsou porostlé náletovou vegetací olše lepkavé, občas se zde vyskytuje i bříza a dále jen jehličnany.

Zaniklá nádrž SK3

Zaniklá nádrž SK3 je plně uzavřená. Její hráze jsou celistvé, výška hráze dosahuje i přes 2 metry. Uprostřed nádrže se vyskytuje olše lepkavá plného vzrůstu s velmi malou korunou a několik smrků do maximální výšky 150 metrů. Na obrázku 23 je vidět, že dno bývalé nádrže je zamokřené a celé je porostlé vlhkomilnou vegetací tvořenou převážně rostlinou šťovíkem vodním a vrbinou obecnou. Jako v jediné nádrži se vyskytuje i kvetoucí žlutý kosatec.

Mezi SK2 a SK3 je zřetelně zachovalá hráz. Pod hrází je průsak vody ze SK3 do SK2. Voda zde viditelně protéká, mohlo by se také jednat o skrytou trhlinu. V terénu nebyl nalezen žádný tok, který by přiváděl vodu do bývalé nádrže. Při hledání zdroje proti směru proudu, byla nalezena opět jen zbylá hráz. Jako zdroj vody v horní nádrži předpokládám vývěr podzemní vody nebo průsak z horních částí povodí či vedlejších podmáčených částí nivy Skřiváně. Více fotografií v příloze 9.



Obr. 23: Šťovík vodní v zaniklé nádrži SK3, vlastní foto (17.6.2018)

Zaniklé nádrže SK1 a SK2

Obě dvě spodní zaniklé nádrže mají také zachovalé hráze, které jsou v terénu lehce identifikovatelné, dosahující výšky také okolo 2 metrů. Nádrže jsou mezi sebou propojené protrženou hrází SK2 po pravé straně. Ve spodní nádrži SK1 došlo také později k protržení a pravděpodobně následnému zániku celé soustavy (obrázek 24).

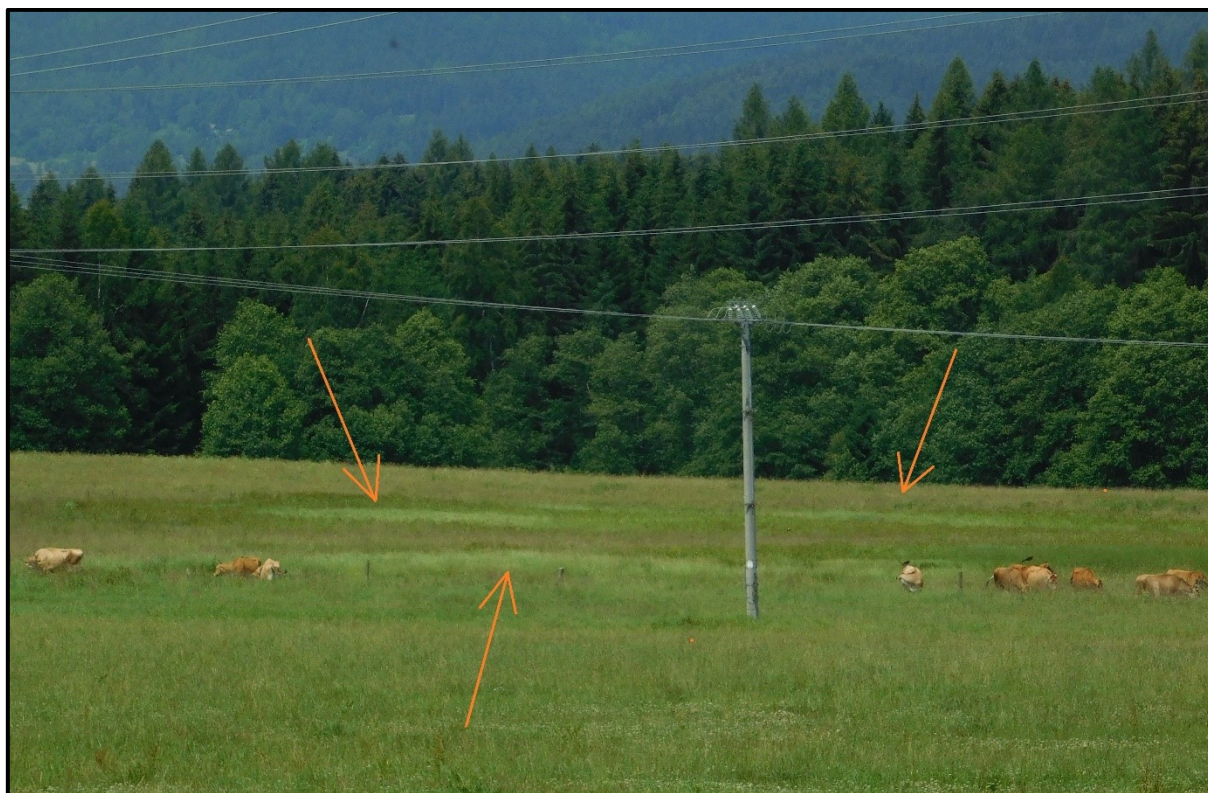
Tyto dvě zaniklé spodní nádrže SK1 a SK2 jsou rovněž také podmačené a po pravé straně je vidět i tekoucí voda, která teče skrz obě nádrže protrženou hrází SK2 a dále vytéká ze spodní nádrže SK1. Dno SK2 převážně tvoří třtina chloupkatá a vrbina obecná. Nádrž SK1 je tvořena převážně třtinou chloupkatou a ostřicí zobánkatou. Hráze jsou také porostlé olší, břízou a převážně jehličnany. Průtok vytékající z celé soustavy tří bývalých nádrží v době terénního výzkumu dosahoval okolo 0,5 l/s. Více fotografií v příloze 7 a 8.



Obr. 24: Protrhnutá hráz dolní zaniklé nádrže a odtok z celé soustavy, vlastní foto (17.6.2018)

Zaniklé nádrže JD1, JD2 a JD3

Do této části podkapitoly jsou zahrnuty všechny 3 zaniklé nádrže v osídlené části Jindřichovic. V době výzkumu zde nebyl nalezen jakýkoliv pozůstatek po jediné hrázi. V současné době je zde pastvina pro dobytek. Celá tato pastvina je místy podmáčená, tudíž nelze ani podle podmáčení konstatovat, že je zde nápadná nehomogenita, která by mohla naznačovat tehdejší přítomnost malých vodních nádrží. Jediná patrná věc v místech zaniklých nádrží byla místy odlišná vegetace, čehož si lze povšimnout na obrázku 25 (vyznačeno šipkami). Nicméně pro potvrzení, zda tato odlišná vegetace koreluje se zaniklými nádržemi by bylo vhodné využít dálkového průzkumu Země se snímky z odlišných vegetačních období.



Obr. 25: Místo původního umístění nádrží JD1, JD2, JD3, šipkami vyznačená nápadně světlejší místa s odlišnou vegetací, vlastní foto (17.6.2018)

5.4 Změna zastoupení vodní složky od 19. století

Jedním z trendů při zkoumání starých map je procentuální změna jednotlivých tříd krajinného pokryvu.

Pro porovnání se mapami 2. VM byla využita Základní mapa ČR 1 : 25 000 (ZM 25), která je svým měřítkem nejbližší mapám 2. VM. Podle této mapy se v zájmovém území v současnosti nachází 3 MVN o celkové rozloze 20278,60 m² (vektORIZOVÁNO). Výřez mapy s vektorizovanými MVN se nachází v příloze 5. Na druhou stranu na mapách 2. VM o měřítku 1 : 28 800, bylo vyobrazeno ve stejném zájmovém území 12 MVN s celkovou plochou 50055,50 m² (vektORIZOVÁNO). MVN zachycené na mapách 2. VM jsou vyobrazeny na obrázku 13.

Další údaje z vektorizace nad starými mapami zobrazuje tabulka 5.

Tab. 5: Změna vodní složky v pozorovaném území, vektorizováno

mapa	počet MVN	celková plocha	měřítko	období
2. VM	12	50055,50 m ²	1 : 28 800	1. pol. 19. stol.
3. VM	8	29394,02 m ²	1 : 75 000	2. pol. 19. stol.
S-52	10	27155,39 m ²	1 : 25 000	20. století
ZM25	3	20278,60 m ²	1 : 25 000	21. století

V tabulce 5 je třeba se pozastavit nad změnou mezi 3. VM a S-52. V této době zanikly 2 velké rybníky v osadě Heřmanov, ale na druhou stranu vznikly nové, menší v Jindřichovicích. To vysvětluje nárůst počtu MVN a pokles plochy.

5.5 Shrnutí výsledků

Plocha MVN se od 2. VM zmenšila na 40,51 % původní rozlohy. Nevýraznější úbytek byl zaznamenán mezi obdobími mapování 2. VM a 3. VM, kdy plocha klesla o více jak 20 000 m², nicméně tento poznatek není zcela objektivní, jelikož pro 3. VM jsou k dispozici pouze mapy měřítka 1 : 75 000.

Nejvíce zachovalé jsou nádrže u potoka Skřiváně s označením SK1, SK2 a SK3. Z těchto 3 zaniklých nádrží jediná SK3 má v současné době zachovalé hráze po celém svém obvodu a při modelování pomocí DMR 5G měla také i největší objem možné zadržené vody. Zbytky hrází byly nalezeny i v místech zaniklé nádrže PH. V místech zaniklých nádrží JD1, JD2 a JD3 nebyl nalezen žádný pozůstatek po zaniklých nádržích.

I přes postupný vývoj MVN, v nádržích SK1, SK2 a SK3 je stále zdroj vody. Na druhou stranu v případě nádrže PH, byl původní zdroj vody odkloněn o několik metrů dál. Zaniklé nádrže v obci Jindřichovice, měly pravděpodobně funkci nadlepšování průtoku pro mlýn, který se dříve nacházel pod nimi. V současné době v místech jejich dřívější polohy netečou původní toky, které je dotovaly vodou, ale stále je tato louka podmáčená.

V současné době se změnil krajinný pokryv na lesní vegetaci, zemědělské plochy s přirozenou vegetací a na louky a pastviny.

Tabulka se souřadnicemi zaniklých vodních nádrží je v příloze 10.

6 Diskuze

6.1. Diskuze o možných chybách a nepřesnostech

Pro praktickou část 5.1 *Vývoj vybraných malých vodních nádrží dle starých map*, byla použita řada starých map. Všechny mapy byly vybrány tak, aby měly podobná měřítka. Nicméně mapa III. vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000 pro toto území neexistuje, respektive tato část se považuje za ztracenou. Proto byla použita mapa menšího měřítka 1 : 75 000, která tuto oblast vyobrazuje. Tudíž celková plocha vodních nádrží z tohoto období může být při porovnání s ostatními použitými mapami diskutovatelná.

Pro analýzu v kapitole 5.4 *Změny vodní složky od 19. století*, v pozorovaném území byla použita řada map, ze kterých byly obrysy MVN vektorizovány, aby mohla být vypočtena jejich celková plocha. Nicméně na každé mapě jsou nádrže vyobrazeny trochu jinak, dle autora. Například na mapách 2. VM jsou nádrže lehce zvětšeny. Proto by tento fakt měl být brán v potaz při porovnávání jednotlivých ploch.

Většina sledovaných zaniklých nádrží se nachází v zalesněném území, a právě v těchto částech může úplná střední chyba výšky DMR 5G dosahovat až 30 cm. Jelikož se na zbylých hrázích nachází právě náletová vegetace, zvyšuje se pravděpodobnost této chyby. Tento fakt by se měl brát v potaz při prezentování přibližné plochy a objemu domodelovaných nádrží.

6.2 Diskuze výsledků

Na území sledovaného povodí potoka Skřiván zaujímaly vodní plochy v celém sledovaném povodí v době 2. VM rozlohu 50 055,50 m² a v současnosti se jejich plocha změnila na 20 278,60 m². Což je snížení vodní plochy na 40,51 % původní rozlohy. Při výzkumu Lipského a Kukly (2009) v dolním Podoubraví ve stejném sledovaném časovém úseku došlo k úbytku vodních ploch na pouhých 29,27 % původní rozlohy. Tento vývoj byl označen za obecný trend vývoje vodních ploch v Polabí. Proto lze konstatovat, že úbytek vodních ploch ve výše položeném povodí Skřiváně, není tak velký jako v nížinách Labe.

Většina sledovaných nádrží v povodí Skřiváně zanikla během 20. století. Na mapách 2. VM se většina nádrží nacházela výše v povodí nad mlýny. Z toho vyplývá, že pravděpodobně plnily účel pro nadlepšování průtoku. Tyto mlýny postupem času zanikly a spolu s nimi pravděpodobně i nádrže. Při terénním průzkumu bylo zjištěno, že mlýn pod nádržemi SK1, SK2 a SK3 dříve patřil německé rodině, ale po skončení 2. světové války byla nucena tento mlýn opustit a o mlýn se následně nikdo již nestaral.

Dle Pavelkové et al. (2016) se ve vyšších nadmořských výškách zaniklé MVN mění právě nejčastěji na trvalé travní porosty nebo lesy. V současné době se krajinný pokryv zaniklých MVN v zájmovém území změnil podle CORINE Land Cover na louky a pastviny, jehličnaté lesy a zemědělské oblasti s přirozenou vegetací.

Pro zkoumání pozůstatků nádrží bylo využito kombinace starých map a digitálního DMR 5G podobně jako Frajer et al. (2013). Laserové skenování v blízkém infračerveném spektru využil i Poepl et al. (2015) pro výzkum dnových sedimentů. Jelikož bylo při terénním průzkumu zjištěno, že v zaniklých nádržích SK1, SK2 a SK3 se stále nachází voda, bylo by vhodnější použít data pořízena LS v zelené části spektra pro detailnější zmapování jako využili Mandlbürger et al. (2015) pro výzkum morfologie koryta a dna, anebo také Andrić a Bonacci (2014), kteří pro zmapování hloubky a tvaru jezera zkombinovali LS se sonarem.

I přesto bylo využití DMR 5G velmi přínosné. Přesto, že se zaniklé nádrže nacházely v zalesněném území, kde bývá úplná střední chyba výšky největší, velmi věrohodně byly zbytky nádrží znázorněny pomocí DMR 5G. V některých případech tento model znázornil i prvky, kterých si v terénu nelze všimnout, jako například u

nádrže PH nebylo v terénu nalezeno původní odtokové koryto, kdežto na obrázku 20 je velmi dobře rozeznatelné.

Při práci s mapami byl zaznamenán v okolí zájmového povodí nárůstek vodních ploch na úkor revitalizačních prací po těžbě. Což je podle Kukly (2005) poslední trend vývoje vodních ploch. Jedním z příkladů je například nedaleké jezero Medard.

7 Závěr

Bakalářská práce se zabývá zaniklými malými nádržemi a jejich charakteristikou. Pro jejich identifikaci byla použita mapa II. vojenského mapování. Následně byl zkoumán postupný vývoj vybraných nádrží pomocí mapy III. vojenského mapování a dále pomocí map v souřadnicovém systému S-52 z 2. poloviny 20. století.

Pro popis současného stavu byla sepsána stručná fyzickogeografická charakteristika sledovaného území povodí Skřiváně, ve které se vybrané zaniklé nádrže nacházejí. Dále byl využit DMR 5G pro výzkum současných pozůstatků nádrží a byla vynaložena snaha o výpočet plochy a objemů zaniklých nádrží. Jako další lokální zdroj informací byl proveden terénní průzkum v místech zaniklých nádrží. Je třeba poznamenat, že většinu zaniklých nádrží by nebylo možné v terénu identifikovat bez georeferencování starých map.

V současné době, nejzachovalejší hráze má soustava SK1, SK2 a SK3, s tím že SK3 má jako jediná zachovalou neporušenou hráz po celém svém obvodu. Navíc těmito nádržemi stále protéká zdroj vody, tudíž i původní zdroj vodnosti těchto nádrží je pravděpodobně zachován. Za zmínění stojí i zaniklá nádrž PH. V jejich místech stále také existují pozůstatky hrází. Nicméně potok, který tuto nádrž dotoval zdrojem vody dříve, v současnosti teče o několik metrů dále. Po nádržích JD1, JD2 a JD3 nebyly nalezeny v DMR 5G ani při terénním průzkumu žádné pozůstatky.

Tato práce může být chápána jako základ pro návrh obnovení zaniklých nádrží v povodí Ohře. Vodní nádrže jsou důležitým prvkem v krajině, který podporuje zvýšení biodiverzity. Důležitou roli plní také ve vodohospodářství při extrémních hydrometeorologických situacích. Nejaktuálnější jsou nyní epizody sucha. MNV zajišťují zásoby vody pro epizody sucha a na druhou stranu také plní i retenční ochrannou funkci při povodňových událostech.

Bakalářská práce může posloužit jako podnět pro navázání diplomové práce. Pro přesnější charakteristiky studovaného území by bylo vhodné provést detailnější hydrologický průzkum, včetně sledování průtoku v potoce Skřiváně a také průtoku skrze nádrže SK1, SK2 a SK3. Dále by bylo vhodné určit zdroje vodnosti v horní nádrži SK3. Toto sledované území Skřiváně by se mohlo stát i předmětem dalších průzkumů, např. geobotanickým výzkumem, fluvialně-morfologickým průzkumem apod.

Použitá literatura a zdroje dat

Použitá literatura

ANDRIĆ, Ivo a Ognjen BONACCI, 2014. Morphological Study of Red Lake in Dinaric Karst Based on Terrestrial Laser Scanning and Sonar Systems. *Acta Carsologica*. **43**(2–3), 229–239.

BALATKA, Břetislav a Jan KALVODA, 2006. *Geomorfologické členění reliéfu Čech*. B.m.: Kartografie Praha. ISBN 80-7011-913-6.

BRÁZDIL, Karel (ČÚZK), 2016. *Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G)*.

BRŮNA, Vladimír a Kateřina KŘOVÁKOVÁ, 2005. Staré mapy jako cenný zdroj informací o stavu a vývoji krajiny Mostecko na starých mapách. *Zahrada-Park-Krajina*. (4), 25–29.

BRŮNA, Vladimír a Kateřina KŘOVÁKOVÁ, 2006. Staré mapy v prostředí gis a internetu 1. In: *Mezinárodní konference GEOS 2006*. s. 1–7.

BRŮNA, Vladimír, Kateřina KŘOVÁKOVÁ a Václav NEDBAL, 2015. Stabilní katastr jako zdroj informací o krajině. *Historická geograie*. **33**, 397–409.

CAJTHAML, J a J KREJČÍ, 2008. Využití starých map pro výzkum krajiny. *Sborník z 15. ročníku mezinárodního sympozia GIS Ostrava 2008* [online]. 55–61. Dostupné z: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2008/sbornik/index.htm>

CULEK, Martin, Vít GRULICH, Zdeněk LAŠTŮVKA a Jan DIVÍŠEK, 2016. *Biogeografické regiony České republiky*. B.m.: Masarykova univerzita. Dostupné také z: <<https://munispace.muni.cz/index.php/munispace/catalog/book/807>>

ČSN 75 2410 (752410) A Malé vodní nádrže. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Dostupné z: <<http://csnonline.agentura-cas.cz/>>

DĄBEK, Paweł, Romuald ŻMUDA, Bartłomiej ĆMIELEWSKI a Jakub SZCZEPAŃSKI, 2014. Analysis of Water Erosion Processes Using Terrestrial Laser Scanning. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*. **11**(1), 45–52.

DEMEK, Jaromír a Peter MACKOVČIN, 2006. *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. 2. Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-99-9.

FRAJER, Jindřich, Petr KLADIVO a Jan GELETIČ, 2013. Reconstruction of Extinct Ponds Using Old Maps , Historical Cadastres and the Digital Terrain Model of the Czech Republic of the 5Th Generation. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis - Geographica*. **44**(1), 59–69.

FUCHS, Richard, Peter H. VERBURG, Jan G P W CLEVERS a Martin HEROLD, 2015. The potential of old maps and encyclopaedias for reconstructing historic European land cover/use change. *Applied Geography* [online]. B.m.: Elsevier Ltd, **59**, 43–55. ISSN 01436228

JUST, Tomáš, Vladimír ŠÁMAL, Martin DUŠEK, David FISCHER, Petr KARLÍK a Jiří PYKAL, 2003. *Revitalizace vodního prostředí*. B.m.: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-72-7.

JŮVA, Karel, Antonín HRABAL a Rudolf PUŠTĚJOVKÝ, 1980. *Malé vodní nádrže*. B.m.: SZN Praha.

KŘÍŽEK, Marek, Tomáš UXA a Peter MIDA, 2016. *Praktikum morfometrických analýz reliéfu*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3244-5.

KUKLA, Pavel, 2005. *Vývoj struktury krajiny a změny vodní složky krajiny v dolní části povodí Bystřice*. 2005.

LEIPELTOVÁ, Petra, 2012. *Akumulační a retenční nádrže v ČR*. Bakalářská práce, Praha: PřF UK v Praze.

LIPSKÝ, Zdeněk, 2000. *Sledování změn v kulturní krajině*. Praha: ČZU.

LIPSKÝ, Zdeněk a Pavel KUKLA, 2009. Historické změny vodní složky krajiny v dolním podoubraví. *Venkovská krajina*. 147–153.

MACKOVČIN, Peter a Jiří ZAHRADNICKÝ, 2004. Chráněná území ČR. XI., Plzeňsko a Karlovarsko. In: . Chráněná ú. B.m.: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR - AOPK ČR, EkoCentrum Brno, s. 588.

MANDLBURGER, Gottfried, Christoph HAUER, Martin WIESER a Norbert PFEIFER, 2015. Topo-Bathymetric LiDAR for Monitoring River Morphodynamics and Instream Habitats – A Case Study at the Pielach River. *Remote Sensing* [online]. 7, 6160–6195. Dostupné z: doi:10.3390/rs70506160

MENŠÍK, P, 2018. *Rozdělení nádrží a výběr místa pro malé vodní nádrže* [online]. [citováno 2018-04-20]. Výukový materiál pro předmět Rybníky a účelové nádrže Dostupné z: <<http://uvhk.fce.vutbr.cz/sites/default/files/Vyuka/BS053/pr1.pdf>>

NETOPIL, Rostislav, Rudolf BRÁZDIL, Jaromír DEMEK a Pavel PROŠEK, 1984. *Fyzická geografie. 1. Učebnice* p. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

PAVELKOVÁ, Renata, Jindřich FRAJER, Marek HAVLÍČEK, Patrik NETOPIL, Miloš ROZKOŠNÝ, Václav DAVID, Miriam DZURÁKOVÁ a Bořivoj ŠARAPATKA, 2016. Historical ponds of the Czech Republic: an example of the interpretation of historic maps. *Journal of Maps* [online]. B.m.: Taylor & Francis, 12, 551–559. ISSN 17445647. Dostupné z: doi:10.1080/17445647.2016.1203830

POEPPL, Ronald E., Saskia D. KEESSTRA a Thomas HEIN, 2015. The geomorphic legacy of small dams - An Austrian study. *Anthropocene* [online]. B.m.: Elsevier B.V., 10, 43–55. ISSN 22133054. Dostupné z: doi:10.1016/j.ancene.2015.09.003

POVODÍ OHŘE, S.P., 2017. Seznam zaniklých malých vodních nádrží v povodí Ohře, nepublikovaný dokument

RUDA, Aleš, 2014. *Klimatologie a hydrogeografie pro učitele* [online]. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita. ISBN ISSN 1802-128X. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/skripta/klimatologie_hydrogeografie.pdf>

SKALOŠ, Jan, Martin WEBER, Zdeněk LIPSKÝ, Ivana TRPÁKOVÁ, Markéta ŠANTRÁČKOVÁ, Lenka UHLÍŘOVÁ a Pavel KUKLA, 2011. Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes - Case study (Czech Republic). *Applied Geography* [online]. **31**(2), 426–438. ISSN 01436228. Dostupné z: doi:10.1016/j.apgeog.2010.10.004

ŠTEFÁČEK, Stanislav, 2008. *Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska*. B.m.: Baser. ISBN 978-80-7340-105-4.

TOLASZ, Radim, 2007. *Atlas podnebí Česka*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-86690-26-1.

TOMÁŠEK, Milan, 2007. *Půdy České republiky*. Praha: Česká geologická služba. ISBN 978-80-7075-688-1.

UHLÍŘOVÁ, Kateřina (VÚV T. G. Masaryka) a Aleš (VÚV T. G. Masaryka) ZBROŘIL, 2009. Možnosti využití laserového snímání povrchu pro vodohospodářské účely. *VTEI* [online]. **51**(6), 11–15. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2015/08/vtei_2009_6.pdf>

VEVERKA, Bohuslav, 1995. *Topografická a tématická kartografie*. 2. Praha: ČVUT.

VEVERKA, Bohuslav, 2004. Georeferencování map historických vojenských mapování na území ČR.

VRÁNA, Karel a Jan BERAN, 2013. *Rybníky a účelové nádrže*. 3. B.m.: ČVUT. ISBN 978-80-01-04002-7.

Mapová díla

2. a 3. vojenské mapování a topografické mapy zobrazující české území, Mapová sbírka Univerzity Karlovy v Praze, Přírodovědecká fakulta

Topografická mapa v souřadnicovém systému S-52 1 : 25 000, Vojenský zeměpisný ústav, 1929, Mapová sbírka Univerzity Karlovy v Praze, Přírodovědecká fakulta

Elektronické zdroje

ARCDATA PRAHA, ArcČR500 verze 3.3. Digitální databáze geografických dat. Praha

CENIA, Česká informační agentura životního prostředí, 2018. II. vojenské mapování [online]. [cit. 2018-06-09]. Dostupné z <<http://geoportal.gov.cz>>

CORINE Land Cover [online]. 2012 [cit. 2018-06-25]. Dostupné z: <<http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012/view>>

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, 2018. Geologická mapa 1 : 50 000. [online]. [cit. 2018-06-09]. Dostupné z: <<https://mapy.geology.cz/geocr50/>>

ČUZK. Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2018. Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G)

ČUZK. Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2018. Základní mapa 1 : 25 000, [online]. [cit. 2018-06-25]. Dostupné z: <<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=0ed5028bf3a943dc9bb1eced6ae72f76>>

KOZÁK, Josef, 2009. *Atlas Českých půd*, Digitální vrstva

VÚV 2014. Struktura DIBAVOD: Katalogový list DIBAVOD [online]. [cit. 2018-06-20]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/index.php?id=27&id_dib=68>

Přílohy

Příloha 1: Tabulka s použitými vlíčovacími body map 2. VM

Link								
Total RMS Error: Forward:11,6291								
	Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	<Residual>
<input checked="" type="checkbox"/>	1	15,753341	40,214115	-876098,172320	-1005793,499	-18,8701	-16,3075	24,9403
<input checked="" type="checkbox"/>	15	42,295811	58,464993	-868468,502174	-1001990,770	9,7554	-13,1765	16,3947
<input checked="" type="checkbox"/>	7	29,240563	73,605591	-871366,099278	-997569,403687	-13,4392	-7,71757	15,4976
<input checked="" type="checkbox"/>	8	55,408092	6,410004	-866914,451538	-1016001,046	-2,67224	14,036	14,2881
<input checked="" type="checkbox"/>	2	9,959798	15,919682	-878460,046314	-1011886,733	6,21783	12,5902	14,0419
<input checked="" type="checkbox"/>	12	48,366723	106,816272	-865144,662438	-989592,478593	11,944	4,00152	12,5965
<input checked="" type="checkbox"/>	11	5,550962	109,831167	-876252,991115	-987257,021736	1,82695	11,0336	11,1839
<input checked="" type="checkbox"/>	13	48,304569	84,742502	-865961,085555	-995337,264527	2,81644	9,1824	9,60462
<input checked="" type="checkbox"/>	10	47,387202	48,628107	-867505,892718	-1004728,772	-7,70351	-4,3266	8,83536
<input checked="" type="checkbox"/>	14	7,106394	8,242001	-879482,146422	-1013799,867	6,0796	-2,63223	6,62496
<input checked="" type="checkbox"/>	3	18,370575	3,567256	-876701,092796	-1015421,150	6,45963	0,157382	6,46154
<input checked="" type="checkbox"/>	5	45,491609	104,884085	-865978,101605	-990002,318996	0,255183	-5,92841	5,93389
<input checked="" type="checkbox"/>	4	39,547742	30,707510	-870196,496975	-1009113,570	-4,27453	-1,6717	4,58979
<input checked="" type="checkbox"/>	6	26,640442	98,038724	-871161,387666	-991099,371884	-3,77022	1,59121	4,09225
<input checked="" type="checkbox"/>	9	30,718142	6,759111	-873358,920677	-1015036,267	2,49677	-1,80797	3,08263
<input checked="" type="checkbox"/>	16	8,423217	48,436882	-877700,283249	-1003369,318	2,87812	0,976142	3,03915

☒ Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
☐ Degrees Minutes Seconds Forward Residual Unit : Unknown

Příloha 2: Tabulka s použitými vlíčovacími body map 3. VM

Link								
Total RMS Error: Forward:23,08								
	Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	<Residual>
<input checked="" type="checkbox"/>	7	0,033417	-0,086869	-867489,005708	-1000185,744	4,55353	-5,53667	7,16864
<input checked="" type="checkbox"/>	14	0,026214	-0,146322	-868720,978728	-1004509,921	3,16558	-8,98582	9,52711
<input checked="" type="checkbox"/>	15	0,072969	-0,050284	-864139,153523	-997927,582580	-0,435683	10,0571	10,0665
<input checked="" type="checkbox"/>	16	0,089318	-0,099116	-863489,893828	-1001758,526	12,8381	-8,28823	15,2811
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,020349	-0,110173	-868749,880105	-1001750,228	-16,2777	2,17628	16,4226
<input checked="" type="checkbox"/>	4	0,073802	-0,004932	-863556,054787	-994573,479413	-11,2679	13,011	17,212
<input checked="" type="checkbox"/>	9	0,154669	-0,053264	-858134,505446	-999144,275881	-3,57406	-17,6402	17,9986
<input checked="" type="checkbox"/>	13	0,010203	-0,144780	-869880,561603	-1004181,044	9,71868	15,8611	18,6018
<input checked="" type="checkbox"/>	5	0,046168	-0,015657	-865731,639694	-995063,665116	-17,0755	-9,81521	19,6954
<input checked="" type="checkbox"/>	12	0,122232	-0,006896	-859977,028879	-995324,103831	8,75069	-18,1439	20,1438
<input checked="" type="checkbox"/>	17	0,081737	-0,122991	-864365,995600	-1003425,209	-22,3289	4,62703	22,8033
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0,125914	-0,085428	-860652,096965	-1001190,607	-16,7652	-21,05	26,9105
<input checked="" type="checkbox"/>	8	0,164641	-0,114101	-858096,802245	-1003781,108	10,6753	-27,6999	29,6858
<input checked="" type="checkbox"/>	10	0,067824	-0,022125	-864178,447533	-995760,795086	10,3077	28,9996	30,777
<input checked="" type="checkbox"/>	11	0,172214	-0,014805	-856377,762305	-996452,223275	4,09432	32,1584	32,418
<input checked="" type="checkbox"/>	6	0,018820	-0,046977	-868084,319399	-997076,883726	20,6112	-26,001	33,1794
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0,123438	-0,144006	-861502,998667	-1005445,115	3,00985	36,2703	36,395

☒ Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
☐ Degrees Minutes Seconds Forward Residual Unit : Unknown

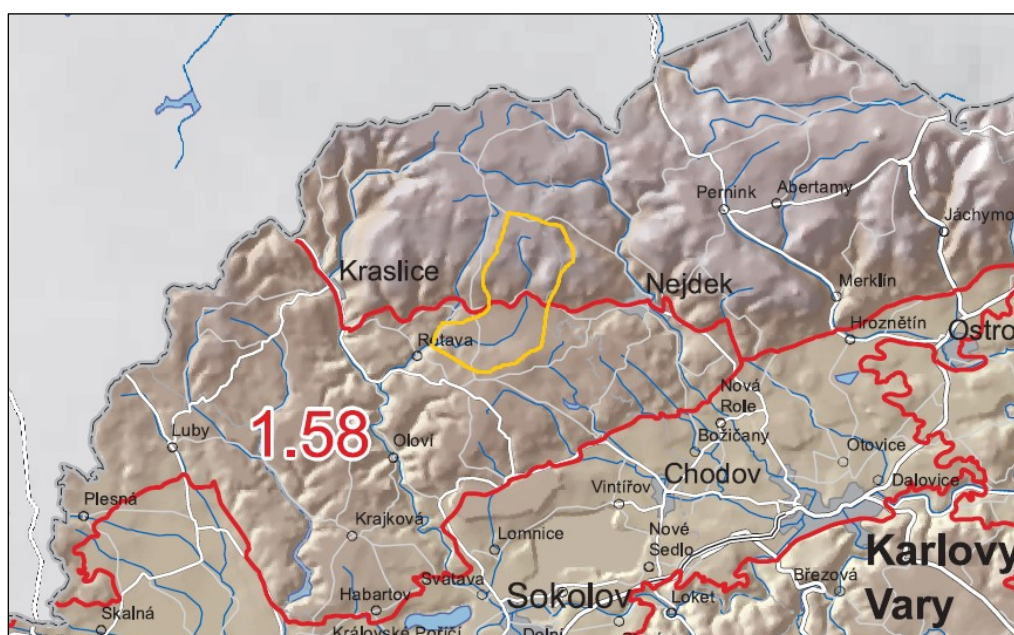
Příloha 3: Tabulka s použitými vlčovacími body mapy v souřadnicovém systému S-52

Link								
		Total RMS Error:			Forward:4,82559			
	<Link>	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,922827	12,952797	-874074,062246	-996691,417644	3,28081	-1,01912	3,43545
<input checked="" type="checkbox"/>	2	12,753363	5,228205	-867441,440908	-1002741,937	5,35845	0,719082	5,40648
<input checked="" type="checkbox"/>	3	13,229389	10,481595	-866611,068632	-999502,425458	0,738774	-4,10317	4,16914
<input checked="" type="checkbox"/>	4	14,880714	1,747313	-866469,999682	-1005138,364	-1,88121	3,86357	4,29723
<input checked="" type="checkbox"/>	5	22,351822	2,561497	-861700,577021	-1005395,929	-1,0003	0,180796	1,01651
<input checked="" type="checkbox"/>	6	27,418342	0,357473	-858748,632065	-1007300,406	-1,38416	-4,45769	4,66764
<input checked="" type="checkbox"/>	7	24,669491	7,874382	-859706,995826	-1002296,495	-3,44691	6,37497	7,24716
<input checked="" type="checkbox"/>	8	27,351527	12,252039	-857576,182037	-999830,517746	-1,66612	2,62178	3,1064
<input checked="" type="checkbox"/>	9	21,244870	12,808848	-861343,123452	-998861,718247	4,23671	-2,2782	4,8104
<input checked="" type="checkbox"/>	10	1,505007	1,092334	-874926,248205	-1004184,966	-2,85954	-0,417385	2,88984
<input checked="" type="checkbox"/>	11	0,238579	6,129397	-875205,623407	-1000894,988	-2,38065	2,5876	3,51612
<input checked="" type="checkbox"/>	12	5,501089	11,601706	-871349,060052	-998004,947193	-4,94042	0,692932	4,98878
<input checked="" type="checkbox"/>	13	15,957232	13,116623	-864634,897275	-998129,645567	-2,89853	-4,0207	4,95657
<input checked="" type="checkbox"/>	14	7,610382	6,783501	-870515,688133	-1001236,644	-2,36255	4,99992	5,53
<input checked="" type="checkbox"/>	15	6,341461	0,144188	-871982,790217	-1005277,936	4,30613	-4,31674	6,0973
<input checked="" type="checkbox"/>	16	16,919297	7,223026	-864623,588519	-1001919,800	6,89952	-1,42765	7,04568

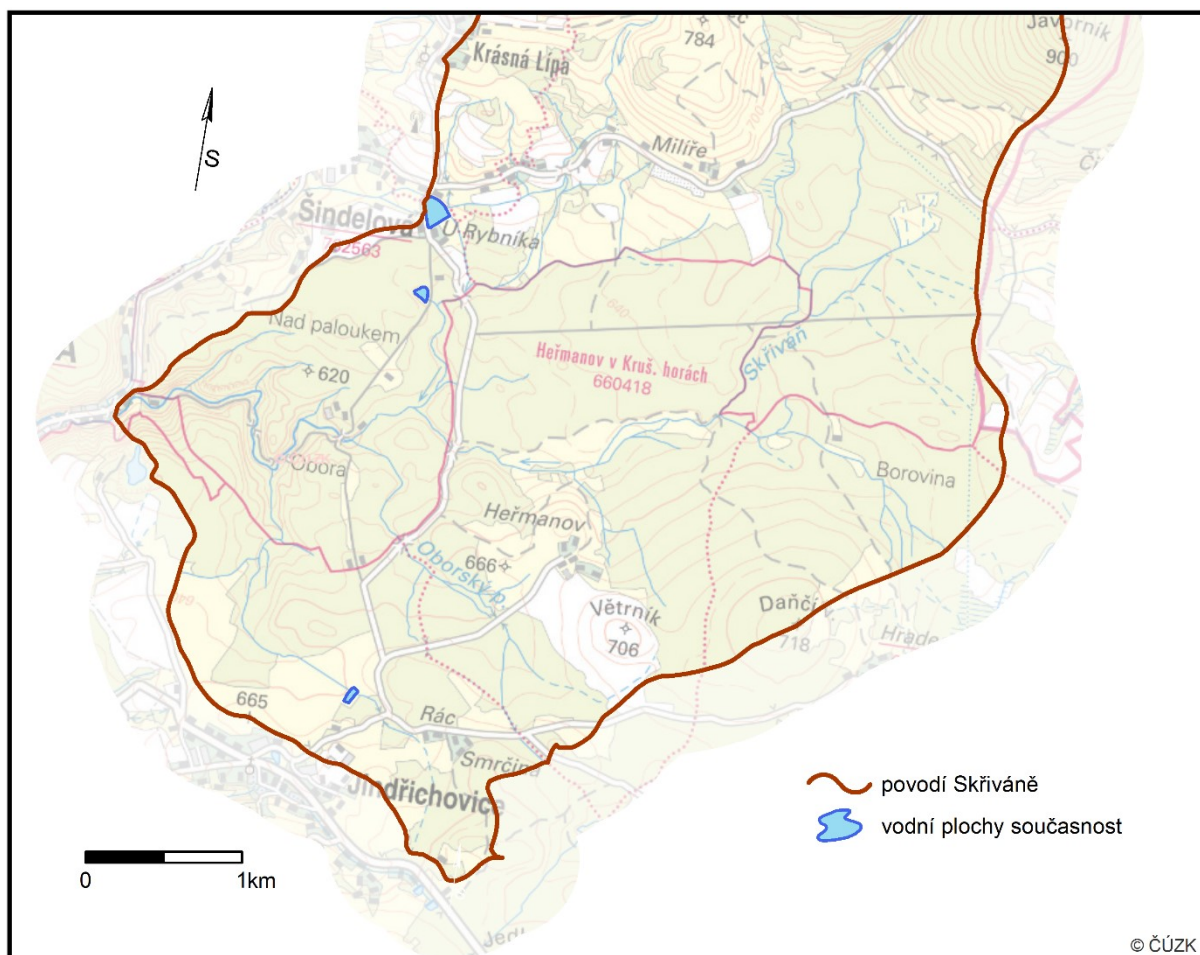
☒ Auto Adjust
☐ Degrees Minutes Seconds

Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Forward Residual Unit : Unknown

Příloha 4: Výřez mapy biogeografických regionů České republiky, je patrné že dolní tok povodí spadá do Ašského bioregionu a horní část do Krušnohorského regionu, žlutou barvo vyznačena přibližná hranice povodí Skřiváně, zdroj: Culek et al. 2016, upraveno



Příloha 5: Současné vodní plochy na podkladu ZM 1 : 25 000, zdroj: DIBAVOD, ZM25, vlastní zpracování



Příloha 6: Zaniklá nádrž PH (17.6.2018)



Příloha 7: Zaniklá nádrž SK1 (17.6.2018)



Na horní fotografii je zachycen odtok ze zaniklé nádrže a pohled dovnitř





Příloha 8: Zaniklá nádrž SK2 (17.6.2018)





Příloha 9: zaniklá nádrž SK3



Na horní fotografii je vidět neporušená hráz mezi SK2 (vlevo) a SK3 (vpravo)





Příloha 10: Souřadnice středů zaniklých nádrží

Zaniklá nádrž	GPS souřadnice	souřadnice S-JTSK
SK1	50°18'18,2148"N 12°38'5,4364"E	-865357,271 -1000183,675
SK2	50°18'18,7475"N 12°38'8,9878"E	-865285,727 -1000178,806
SK3	50°18'18,9666"N 12°38'12,3625"E	-865218,205 -1000182,616
PH	50°18'5,1174"N 12°37'43,5131"E	-865850,533 -1000513,026
JD1	50°17'18,4684"N 12°36'17,8743"E	-867754,630 -1001664,351
JD2	50°17'16,1127"N 12°36'17,2947"E	-867777,913 -1001734,201
JD3	50°17'16,0412"N 12°36'22,2775"E	-867680,546 -1001752,193